Incluye CD

Sistemas de Carga y Arranque

MACMILLAN Profesional

Sistemas de Carga y Arranque

Margarita Calsina Fleta

MACMILLAN Profesional

Unidad 1 - Electricidad básica I 6

1 >> Composición de los materiales 7
2 >> El electrón como conductor 9
3 >> Clasificación de los materiales 10
4 >> El circuito eléctrico elemental 11
5 >> Tipos de corriente 13
6 >> Magnitudes eléctricas 13
7 >> La ley de Ohm 15
8 >> Resistencia de un hilo conductor 17
9 >> La masa en el automóvil 17
10 >> Nomenclatura básica utilizada en los circuitos eléctricos del automóvil 18
11 >> La potencia eléctrica (P) 19
12 >> El efecto joule 20
13 >> Componentes eléctricos de los circuitos 20

Unidad 2 - Electricidad básica II 28

1 >> Agrupación de resistencias en serie, paralelo y mixtas 29
2 >> Cálculo de circuitos eléctricos con agrupación de resistencias 33
3 >> Caída de tensión en un circuito 36
4 >> Comparación de circuitos con resistencias en serie y en paralelo 37
5 >> Lectura de intensidad, resistencia y voltaje con el polímetro 42

Unidad 3 - Magnetismo 56

1 >> Los imanes 57
2 >> Electromagnetismo 61
3 >> Componentes magnéticos en circuitos eléctricos 66

Unidad 4 - Generación de electricidad 72

1 >> Generación de corriente eléctrica 73
2 >> Aparatos eléctricos 88

Unidad 5 - Introducción a la electrónica 96

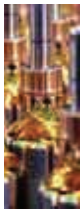
1 >> Materiales semiconductores 97
2 >> El diodo 101
3 >> Diodos especiales 106
4 >> El transistor 108
5 >> El tiristor 111
6 >> Efecto Hall 112
7 >> Pinza amperimétrica 113

Unidad 6 - El motor de arranque 118

1 >> La función del motor de arranque en el automóvil 119
2 >> El motor de arranque con desplazamiento por contactor y horquilla 120
3 >> Descripción de componentes 123
4 >> Tipos de motores eléctricos utilizados en el automóvil 133
5 >> Tipos de motores de arranque 133

Unidad 7 - Comprobaciones del motor de arranque 140

1 >> Desmontaje de un motor de arranque con desplazamiento por contactor y horquilla 141
2 >> Despiece del motor de arranque 145
3 >> Análisis y comprobación de los elementos del motor de arranque con desplazamiento por contactor y horquilla 146
4 >> Montaje del motor de arranque 153
5 >> Comprobación del motor de arranque sobre el banco (CV9LS-1) 156
6 >> Comprobaciones sobre el vehículo 160
7 >> Mantenimiento del motor de arranque 163



Unidad 8 - La dinamo 168

1 >> La función de la dinamo en el automóvil 169
2 >> Descripción de los componentes de la dinamo 171
3 >> Desmontaje de una dinamo 174
4 >> Despiece de una dinamo 178

5 >> Comprobación de los elementos de la dinamo 179
6 >> Montaje de la dinamo 180
7 >> f.e.m. generada 182
8 >> Características eléctricas de la dinamo 185
9 >> Comparación entre la dinamo y el motor eléctrico 187
10 >> El regulador 188
11 >> Limitaciones que presenta la dinamo 191
12 >> Comprobaciones sobre el vehículo 192
13 >> Comprobaciones sobre el banco de pruebas (CV9LS-1) 196
14 >> Mantenimiento de la dinamo 198
15 >> Averías más frecuentes en la dinamo 199

Unidad 9 - El alternador y su regulador 204
1 >> La función del alternador en el automóvil 205
2 >> Descripción de los componentes del alternador 207
3 >> Generación de electricidad en un alternador 214
4 >> f.e.m. generada en un alternador 214
5 >> Características eléctricas del alternador 215
6 >> Puente rectificador o placa de diodos 217
7 >> El regulador 220
8 >> Intensidad de preexcitación y autoexcitación en el alternador 223
9 >> Comparación entre el alternador y la dinamo 224
10 >> Precauciones al actuar sobre el circuito de carga 225

Unidad 10 - Pruebas y comprobaciones con el alternador 230
1 >> Desmontaje del alternador 231
2 >> Despiece del alternador 234
3 >> Análisis y comprobación de los elementos del alternador 235
4 >> Montaje del alternador 246
5 >> Verificación del alternador sobre el banco de pruebas eléctrico (CV9LS-1) 250
6 >> Comprobaciones sobre el vehículo 252
7 >> Mantenimiento del alternador 254
8 >> Averías más frecuentes en el alternador 254

Unidad 11 - La batería 260

1 >> Necesidad de la batería en los automóviles 261

2 >> Componentes de una batería 263

3 >> Funcionamiento interno de una batería 266

4 >> Consecuencias de la descarga de la batería 270

5 >> Consecuencias de la carga de la batería 272

6 >> Propiedades físicas de una batería 274

7 >> Características eléctricas de una batería 276

Unidad 12 - La batería. Manipulación y carga 286

1 >> Acoplamiento de baterías 287

2 >> Manipulación de baterías 289

3 >> Mantenimiento de baterías 304

4 >> Baterías sin mantenimiento 306

5 >> Reciclaje de baterías 306

6 >> Normas de seguridad al manipular baterías 306

7 >> Recomendaciones en caso de accidente 307

Unidad 13 - Comunicación entre los componentes eléctricos y electrónicos del vehículo 312

1 >> Conductores de unión y conectores 313

2 >> Herramientas y útiles de unión 317

3 >> Sistemas de redes para transmisión de datos 322

4 >> Funcionamiento del CAN-Bus (Controller Area Network) 324

5 >> Funciones lógicas básicas digitales 330

Unidad 14 - Riesgo, prevención, protección y primeros auxilios 340

1 >> Medidas preventivas de seguridad y de protección en los talleres de automóviles 341

2 >> Riesgo, prevención y protección al manipular el circuito de carga y de arranque del automóvil 352

3 >> Primeros auxilios 357

unidad 1

Electricidad básica I

SUMARIO

- Composición de los materiales
- El circuito eléctrico elemental
- Características eléctricas del circuito elemental
- Componentes eléctricos de los circuitos

OBJETIVOS

- Entender y representar las diferentes magnitudes eléctricas.
- Comprender y empezar a representar circuitos eléctricos elementales.
- Conocer la ley de Ohm.
- Relacionar el efecto joule con el calor.
- Conocer el concepto de potencia eléctrica.
- Comprender el funcionamiento de distintas resistencias eléctricas variables.

1 >> Composición de los materiales

Todos los materiales que existen en la naturaleza están constituidos por átomos. Si pudiéramos reducir un material a partes pequeñísimas, estas partes serían los átomos, tan pequeños que nunca conseguiríamos verlos, ni siquiera con un microscopio.

1.1 > Estructura del átomo

El átomo es una parte extraordinariamente pequeña de cualquier material, pero aún así se pueden identificar en él unas partículas aún más pequeñas.

Estas partículas son los protones, los neutrones y los electrones.

Algunos libros de química comparan la estructura interna del átomo con el sistema solar. En el centro del átomo se encuentra el núcleo, como el Sol en el si stema solar, y rodeándolo están los electrones que van dando vueltas a su alrededor, al igual que hacen los planetas (Figura 1.1).

> **El átomo está constituido por una parte central, denominada núcleo, donde se encuentran los protones y los neutrones. A su alrededor, y en continuo movimiento, se encuentran los electrones.**

A continuación, se detallan las características de cada una de estas partículas del átomo:

- **Los protones tienen masa** y **carga eléctrica positiva.** El número de protones de un elemento se denomina **número atómico.**
- **Los neutrones tienen masa** pero **no tienen carga eléctrica.**
- **Los electrones no tienen masa,** ya que esta es tan comparativamente pequeña que puede despreciarse, y **tienen carga eléctrica negativa.**

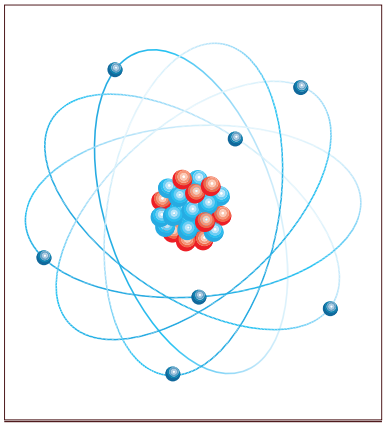
Un átomo tiene igual número de electrones y de protones. A este número se le denomina número atómico.

En cambio, el número de neutrones puede ser ligeramente distinto. La diferencia en el número de neutrones en un átomo es lo que origina los isótopos.

Según acabamos de ver, el átomo está formado por pequeñísimas cargas eléctricas. Su carga resultante, sin embargo, es neutra, ya que el número de cargas positivas o protones, es igual al número de cargas negativas o electrones.

Los protones y neutrones, situados en el núcleo, no están sujetos a ningún tipo de orden, mientras que los electrones se encuentran completamente organizados. Algo similar ocurre con el sistema solar.

Los electrones se encuentran distribuidos en capas como si de una cebolla se tratara. A medida que las capas se van alejando del núcleo, estas se van haciendo cada vez mayores, de forma que cada vez cabe un mayor número de electrones en cada una de ellas. Así, en la primera capa caben 2 electrones, en la segunda capa caben 8 electrones y así sucesivamente. Por ejemplo, el aluminio tiene 13 electrones distribuidos en tres capas según está representado en la Figura 1.2.



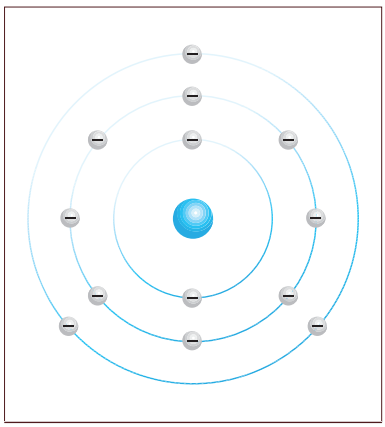
1.1. Estructura del átomo.

Carga del protón

Acabamos de ver que la carga eléctrica del protón es positiva y la del electrón negativa. Podemos recordar con mayor facilidad las cargas eléctricas si nos fijamos en el inicio de las palabras: **pro**tón y **po**sitiva.

Vocabulario

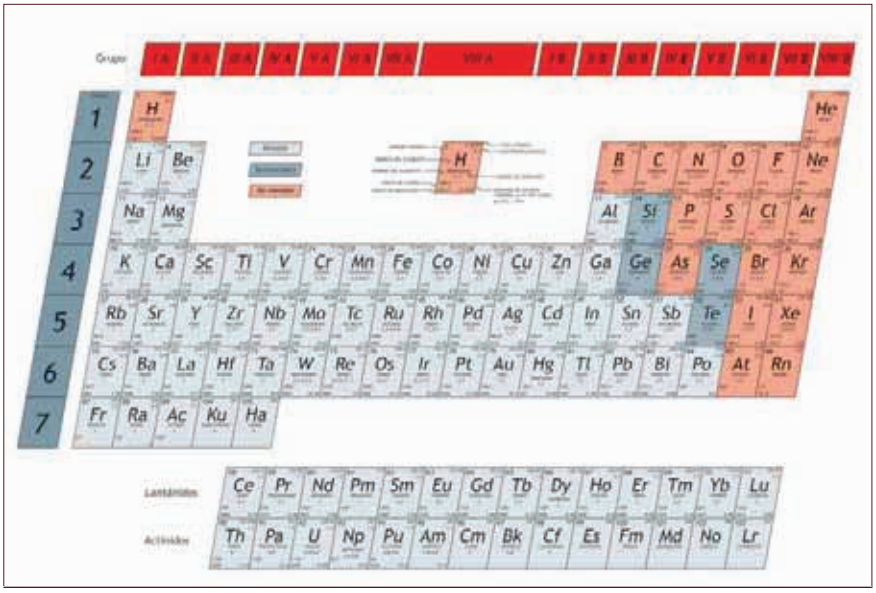
Isótopos: son átomos de un mismo elemento con igual número de protones y de electrones pero que se diferencian entre sí en el número de neutrones, lo que les confiere idénticas propiedades químicas.



1.2. Distribución de los electrones por capas.

1.2 > Tabla periódica de los elementos

En la tabla periódica están clasificados todos los elementos que existen en la naturaleza. Todos los materiales están formados por atómos de alguno de estos elementos, o por la combinación de más de un elemento distinto.



1.3. Tabla periódica de los elementos.

Los elementos se ordenan en la tabla periódica por filas y por columnas siguiendo su número de protones (Figura 1.3).

Orden de elementos por el número de protones

El número de protones está indicado por el número atómico; por tanto, los elementos estarán ordenados según este número. El primer elemento es el hidrógeno (H), cuyo átomo tiene 1 protón, 1 electrón y 0, 1 ó 2 neutrones. El segundo elemento es el helio (He), que está compuesto de 2 protones, 2 electrones y 1 ó 2 neutrones. El tercer elemento, el Litio (Li), está compuesto por 3 protones, 3 electrones y 3 ó 4 neutrones.

Orden de elementos por filas o períodos

Una fila o período se distingue de la anterior por el número de capas que ocupan sus electrones. Así, por ejemplo, el hidrógeno (H) tiene una capa y por tanto está en la primera fila; el litio (Li), con dos capas, está en la segunda fila; el sodio (Na), con tres, en la tercera y así sucesivamente.

Orden de elementos por columnas o grupos

Los elementos que pertenecen a una misma columna o grupo se caracterizan por tener propiedades similares al presentar el mismo número de electrones en su capa más externa. Así, por ejemplo, y según podemos leer en la tabla periódica de los elementos, el hidrógeno (H) tiene 1 electrón en su única capa; el litio (Li) también tiene 1 electrón en su segunda y última capa; el sodio (Na) sigue teniendo un único electrón en su capa más externa y así el resto de los elementos del grupo IA.

2 >> El electrón como conductor

El cobre presenta unas propiedades excelentes como condutor de electricidad, de ahí que los hilos conductores suelan fabricarse en este material. Se trata de un elemento formado por átomos cuya particularidad consiste en unirse entre sí mediante enlaces metálicos.

Los enlaces metálicos se dan entre los átomos de los elementos metálicos. En este enlace los electrones se disponen en una nube de electrones que hace que los átomos se mantengan muy cercanos entre sí y formen estructuras muy compactas.

No podemos olvidar que el cobre es un conjunto de átomos con protones, con signo positivo (+), neutrones y electrones, con signo negativo (−) y nada más.

¿Qué ocurre si en un extremo de un hilo conductor de cobre se pone una carga positiva y en el otro extremo una negativa? (Figura 1.4).

Recuerda que cuando dos cargas eléctricas están cerca, aparecen en ellas unas fuerzas en las que siempre se cumple que:

– Cargas eléctricas de distinto signo se atraen.
– Cargas eléctricas de igual signo se repelen.

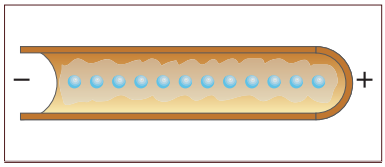
Al poner la carga positiva en un extremo del hilo de cobre y una negativa en el otro, los protones (+) del hilo de cobre, que están en el núcleo, encuentran dificultades para atravesar la barrera de electrones (−) y no ser atraídos y frenados por ellos.

Los electrones de las capas exteriores del hilo de cobre, que forman la nube de electrones, serán atraídos, prácticamente sin resistencia, por la carga eléctrica positiva exterior, a la vez que serán rechazados por el extremo negativo exterior (Figura 1.5).

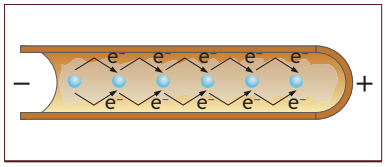
Con este experimento del hilo de cobre, acabamos de definir qué es la electricidad:

> **La electricidad o corriente eléctrica es el desplazamiento de electrones desde una carga negativa hacia una carga positiva exterior.**

Práctica 1



1.4. Hilo de cobre con cargas eléctricas en los extremos.



1.5. Desplazamiento de los electrones hacia la carga positiva exterior.

Actividades propuestas

1·· Representa gráficamente la distribución de los electrones del átomo de carbono sabiendo que su número atómico es 6.

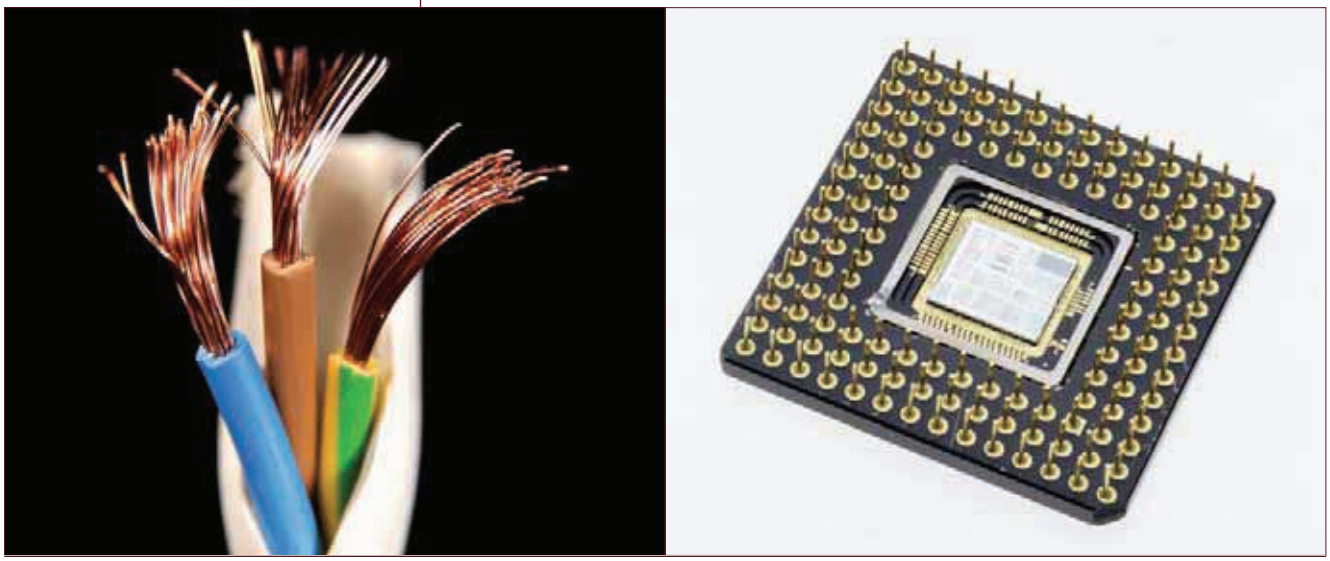
2·· Di cuáles de las siguientes afirmaciones son correctas y cuáles falsas:

a) El número de protones y el número de neutrones de un átomo siempre deben ser iguales.
b) En la tabla periódica de los elementos se sitúan los distintos átomos existentes.
c) Los electrones se encuentran en la parte exterior del átomo y es su desplazamiento el que produce la electricidad.
d) El material conductor más utilizado en la actualidad es la plata.
e) Los electrones, que tienen carga eléctrica positiva, son atraídos por una carga exterior negativa.

3 >> Clasificación de los materiales

Dependiendo de su comportamiento eléctrico, es decir, de la facilidad que tengan los electrones para desplazarse por ellos, los materiales se clasifican en **materiales conductores, materiales aislantes y materiales semiconductores.**

– **Los materiales conductores** dejan pasar fácilmente la electricidad. Estos materiales tienen tendencia a ceder electrones (electrones libres), que serán atraídos por cargas eléctricas exteriores. Son ejemplos de elementos conductores el cobre, el oro, la plata, etc.
– **Los materiales aislantes** no dejan pasar la electricidad. Son aquellos elementos que no tienen electrones libres. Son materiales aislantes el plástico, la madera, el cristal, etc.
– **Los materiales semiconductores** dejan pasar la electricidad en determinadas condiciones. Estos materiales son la base de la electrónica y les dedicaremos un estudio detallado en la unidad 5 de este libro. Son ejemplos de materiales semiconductores el silicio y el germanio.



1.6. Aplicaciones de los materiales conductores, semiconductores y aislantes.

Las pilas

Observando con atención una pila podemos ver en ella las características que nos indica el fabricante:

- En un extremo aparece un signo - y en el otro un signo +.
- En un tamaño inferior, el fabricante nos indica que se trata de una pila de 1,5 V.

4 >> El circuito eléctrico elemental

Al estudiar el electrón como conductor, hemos visto que:

– Si colocamos una carga positiva en un extremo del hilo conductor, los electrones se desplazan hacia ese extremo.
– La electricidad es el desplazamiento de electrones.

A continuación, vamos a construir una práctica que consiste en el montaje de un circuito eléctrico.

El circuito eléctrico lo compondrán un **hilo conductor de cobre** por donde circularán los electrones, una **pila** que será la encargada de darnos la diferencia de cargas positivas y negativas entre los extremos del hilo conductor y una **bombilla** que, al pasar los electrones por ella, se iluminará.

Técnica

El circuito eléctrico elemental

•• El objetivo de esta práctica es acercar la teoría básica de la electricidad a los fenómenos que nos son familiares.

Este circuito es el más simple de los que podemos crear.

Materiales

- 1 pila de 4,5 V
- 1 hilo conductor de 40 cm
- 1 lámpara de 4,5 V
- 1 portalámparas
- 1 alicates de engatillar

Desarrollo ••

Empezaremos tomando el hilo conductor y quitando el plástico aislante de sus extremos. Para ello, utilizaremos unos alicates de engatillar. Los alicates de engatillar tienen distintas funciones según veremos (Figura 1.7).

1.7. Alicates de engatillar.

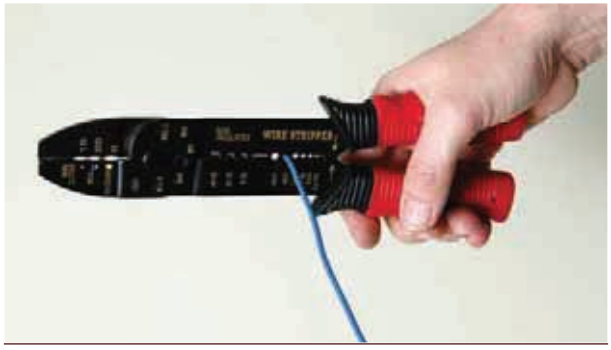
Se corta el hilo conductor por la mitad con los alicates de engatillar. Para ello, abriremos los alicates, con lo que quedarán unos orificios redondos. Colocaremos el cable dentro del diámetro correspondiente y cerraremos los alicates partiendo el cable (Figura 1.8).

1.8. Cortamos el cable.

Con los alicates cerrados, se aprecian unos orificios, también redondos. Al poner uno de los extremos del cable dentro y tirar de él, se corta y se separa el plástico aislante (Figuras 1.9 y 1.10).

Una vez quitado el plástico aislante de los extremos de los dos trozos de cable, realizaremos las conexiones. Conectaremos un extremo de cada cable a cada uno de los contactos de la pila. A continuación, conectaremos los extremos sueltos de ambos cables a cada uno a uno de los terminales del portalámparas. Entonces la bombilla se iluminará. Esto es debido a que están circulando los electrones a través del hilo conductor.

Dejaremos el material sin desmontar, para la siguiente práctica.

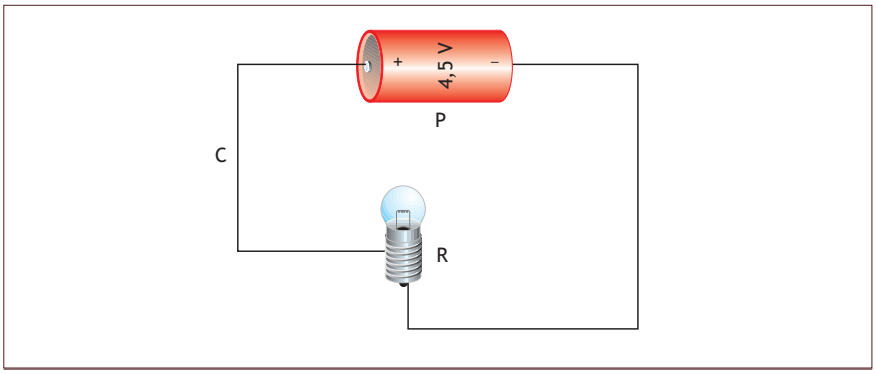


1.9. Colocamos el cable en los alicates de engatillar.

1.10. Tiramos para quitar.

Lo que acabamos de realizar en esta práctica es un circuito eléctrico elemental. Si no dispusiéramos de un consumo, en este caso la bombilla, los electrones irían de un lado a otro del hilo conductor, se igualarían las cargas eléctricas de ambos extremos y la pila se agotaría.

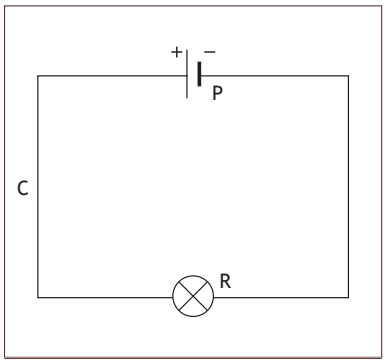
Vamos ahora a representarlo eléctricamente:



1.11. Circuito eléctrico con componentes reales.

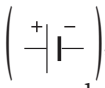
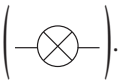
En el circuito anterior (Figura 1.11), podemos identificar la pila (P), el hilo conductor (C) y la lámpara (R).

No obstante, en los circuitos eléctricos no aparecen los elementos representados tal y como son en realidad sino que son sustituidos por unos símbolos normalizados. De este modo, el circuito eléctrico elemental del ejemplo anterior, queda representado tal como se muestra en la Figura 1.12.

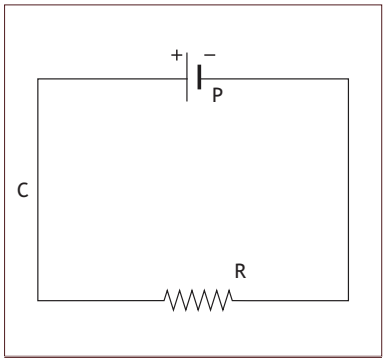


1.12. Circuito eléctrico con símbolos.

Comparando los dos circuitos de las Figuras 1.11 y 1.12, vemos que:

– La pila ha sido sustituida por  , estando representado el extremo + de la pila por el trazo largo y el extremo — de la pila por el trazo corto.
– La lámpara ha sido representada por  .

Cuando en lugar de tener conectada una bombilla al circuito tenemos cualquier consumo, lo representaremos como se muestra en la Figura 1.13.



1.13. Circuito eléctrico elemental.

Actividades propuestas

3·· ¿Cómo se clasifican los materiales en función de su comportamiento eléctrico?

4·· ¿Cuáles son los componentes de un circuito eléctrico elemental?

5·· ¿Qué operaciones has realizado con los alicates de engatillar?

6·· Dibuja los símbolos que utilizamos en un circuito eléctrico para representar:

a) Una pila.
b) Una bombilla.
c) Cualquier otro consumo que podamos tener en un circuito.

5 >> Tipos de corriente

La corriente puede ser **alterna** o **continua**. La corriente continua es aquella en la que un extremo del hilo conductor siempre tiene una carga positiva, por ejemplo una pila, mientras que la corriente alterna es aquella en la cual, en los extremos del hilo conductor van cambiando las cargas eléctricas exteriores en pequeñísimos intervalos de tiempo.

La que tenemos en nuestras casas es corriente alterna.

6 >> Magnitudes eléctricas

Las magnitudes fundamentales que nos encontramos en un circuito eléctrico son la **intensidad**, el **voltaje** y la **resistencia**.

6.1 > Intensidad (I)

La intensidad es la velocidad a la que se desplazan los electrones a través del hilo conductor.

Se representa por una flecha paralela al hilo conductor y sobre ella la letra **I**. Su **unidad es el amperio (A)**.

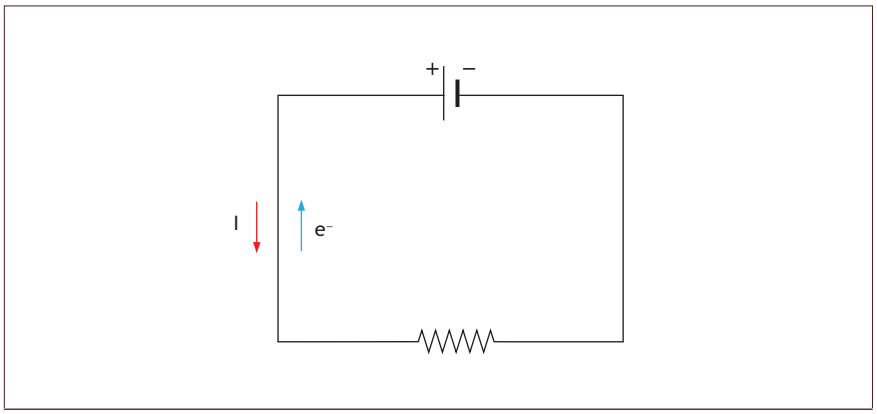
Se calcula dividiendo la carga total de todos los electrones que pasan por un hilo conductor por segundo. Ahora bien, como la carga de un electrón es una unidad extraordinariamente pequeña, se utiliza como unidad básica de carga el **culombio**, que equivale a:

$$1 \text{ culombio} = 6{,}25 \cdot 10^{18} \text{ electrones}$$

Así pues:

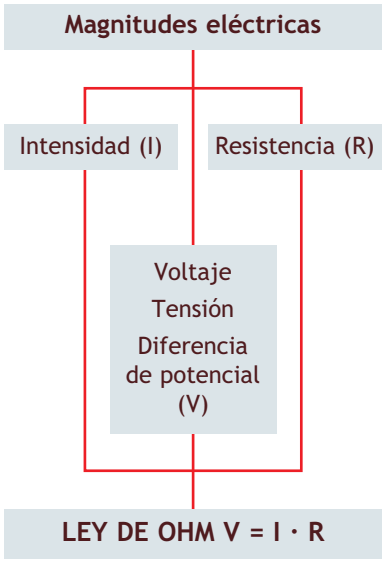
$$\text{Intensidad} = \text{Carga eléctrica} / \text{Tiempo} \Rightarrow 1 \text{ Amperio} = \frac{1 \text{ Culombio}}{1 \text{ Segundo}}$$

Acabamos de aprender que la electricidad es el desplazamiento de electrones (-) hacia el extremo positivo de un conductor. La Figura 1.14 muestra cómo quedaría representado esto en un circuito eléctrico.



1.14. Sentido de los electrones y de la intensidad en un circuito eléctrico.

Magnitudes básicas de un circuito eléctrico



No obstante, por tradición, se mantiene que el sentido de la intensidad de la corriente es contrario al desplazamiento de los electrones, por lo que la intensidad se representa yendo del extremo positivo al extremo negativo del conductor (Figura 1.14).

A partir de este momento, solo haremos referencia al desplazamiento de electrones para explicaciones concretas. Para todo lo demás, trabajaremos con la intensidad dibujándola siempre saliendo del extremo positivo hacia el extremo negativo.

6.2 > Voltaje (V)

El voltaje es la magnitud que se encarga de mantener la diferencia de cargas positivas y negativas entre dos puntos de un circuito.

Cuando dos puntos, entre los que existe una diferencia de cargas, se unen con un medio conductor, se produce un movimiento de electrones al trasladarse desde el punto con mayor carga negativa al punto con carga positiva. Esta corriente cesa cuando ambos puntos igualan sus cargas o cuando se interrumpe el circuito.

La unidad que mide el voltaje en el Sistema Internacional es el **voltio (V).** Al voltaje también se le denomina tensión, diferencia de potencial (d.d.p.) y, en algunos casos, fuerza electromotriz (f.e.m.).

Se simboliza con:

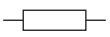
– , cuando hacemos referencia a una pila.

– , cuando hacemos referencia a una batería.

6.3 > Resistencia (R)

La resistencia eléctrica es la magnitud que mide la dificultad que opone un material a ser atravesado por una corriente eléctrica.

Se simboliza con:

– o con  .

Y se representa por la letra **R**, siendo su **unidad el ohmio (Ω).**

Actividades propuestas

7·· Pon un ejemplo de un aparato eléctrico que funcione con corriente alterna y otro ejemplo que funcione con corriente continua.

8·· ¿Por qué otros nombres se conoce la diferencia de potencial?

9·· ¿De qué magnitud es unidad el voltio? ¿Qué letra lo representa?

10·· ¿De qué magnitud es unidad el amperio? ¿Qué letra lo representa?

11·· ¿De qué magnitud es unidad el ohmio? ¿Qué letra lo representa?

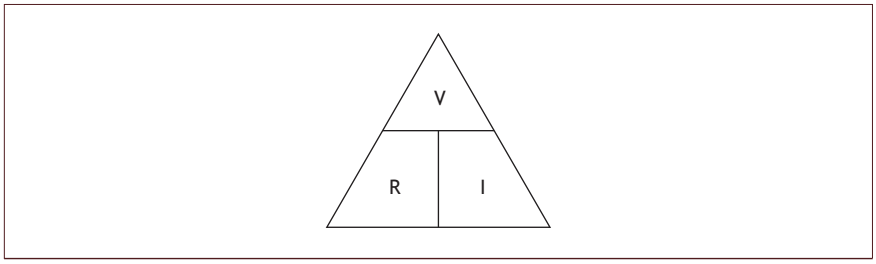
12·· Dibuja el símbolo que se utiliza para representar en los circuitos: una resistencia, una pila, una batería y una lámpara.

7 >> La ley de Ohm

La ley de Ohm es una expresión matemática que relaciona el voltaje con la intensidad y la resistencia de un determinado consumo.

$$V = R \cdot I$$

Para que nos resulte más fácil de recordar esta expresión, podemos recurrir a la regla mnemotécnica que nos muestra la Figura 1.15.

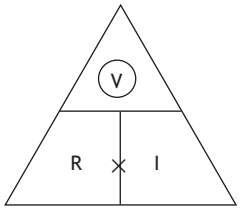


1.15. Ley de Ohm.

En la parte superior, siempre pondremos el voltaje (lo recordaremos porque tiene la misma forma del vértice del triángulo pero invertido) y en la parte inferior, sin importar el orden, colocaremos la resistencia y la intensidad.

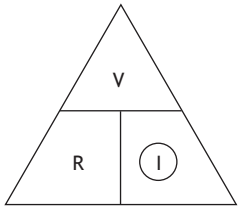
Para que nos sea útil el triángulo anterior, debemos aprender a interpretarlo:

– Si lo que deseamos conocer es el voltaje, observaremos el triángulo y colocaremos la resistencia y la intensidad tal y como se encuentran en él (uno al lado del otro).



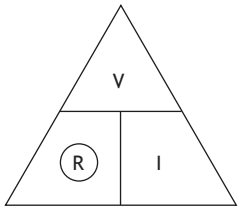
$$V = R \cdot I$$

– Si lo que deseamos conocer es la intensidad, observaremos el triángulo y colocaremos el voltaje y la resistencia tal y como se encuentran en él (uno debajo del otro).



$$I = \frac{V}{R}$$

– Si lo que deseamos conocer es la resistencia, observaremos el triángulo y colocaremos el voltaje y la intensidad tal y como se encuentran en él (uno debajo del otro).



$$R = \frac{V}{I}$$

Casos prácticos

Circuito elemental

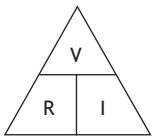
•• Se trata de representar eléctricamente un circuito en el que tenemos una pila de 12 V y una resistencia de 4 Ω y calcular la intensidad que circula a través de esta.

Solución ••

La representación eléctrica del circuito será la que se muestra en la Figura 1.16.

Para hallar la intensidad, aplicamos la ley de Ohm, donde vemos que el voltaje queda en la parte superior y la resistencia en la inferior. Así, tendremos:

$$I = \frac{V}{R}$$

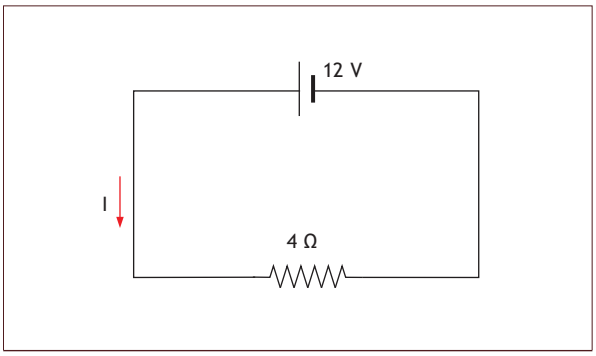


Datos del problema ••

V = 12 V R = 4 Ω I = ?

Resolución ••

$$I = \frac{12\ V}{4\ \Omega} = 3\ A$$



1.16. Circuito con una pila de 12 V y una resistencia de 4 Ω.

Técnica

La ley de Ohm

•• El objetivo es comprender la ley de Ohm mediante un experimento práctico.

Desarrollo •• Aprovechando el circuito utilizado en la técnica anterior, lo conectamos nuevamente a la pila de 4,5 V. Inmediatamente después, lo conectamos a la pila de 1,5 V y observamos el cambio en la luz que proyecta.

En la práctica que acabamos de realizar, hemos mantenido constante la resistencia (es decir, hemos usado la misma lámpara), si bien hemos cambiado el voltaje. Como consecuencia, ha variado la intensidad (al disminuir el voltaje, ha disminuido la luz proyectada).

Materiales

- 1 pila de 4,5 V
- 1 pila de 1,5 V
- 1 hilo conductor de 40 cm
- 1 lámpara de 4,5 V
- 1 portalámparas

Actividades propuestas

13•• Calcula la intensidad que circula a través de una resistencia de 6 Ω cuando está conectada a una pila de 12 V. Representa eléctricamente el circuito.

14•• Calcula la resistencia que deberá tener un consumo si, al estar conectado a una tensión de 12 V, circula por él una intensidad de 4 A. Representa eléctricamente el circuito.

8 >> Resistencia de un hilo conductor

Todo hilo conductor ofrece una resistencia al paso de la electricidad. Esta resistencia depende de tres factores:

– El material de qué esté hecho el conductor.
– La longitud del mismo.
– La sección del cable (su grosor).

La expresión matemática que nos permite calcular la resistencia de un hilo conductor es la siguiente:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

Donde:

ρ es la resistividad del material (en el caso del **cobre es 0,0172**).
l es la longitud del cable expresada en **metros.**
S es la sección del hilo conductor expresada en **mm².**

Para recordar la fórmula matemática, solo nos hace falta pensar que es lógico que al aumentar la longitud del hilo conductor aumente su resistencia (está multiplicando), mientras que al aumentar el grosor del cable esta disminuya (está dividiendo).

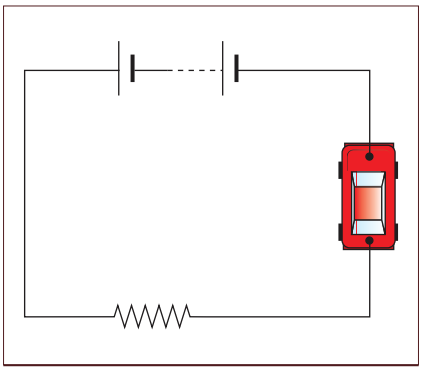
La conductividad del chasis

Aunque el material en que está fabricado el chasis es peor conductor que el cobre, al utilizar el chasis como conductor queda compensada su peor resistividad con una mayor sección de conductor. Hay que tener en cuenta que la resistencia de un hilo conductor depende del material, de su longitud y de su sección.

9 >> La masa en el automóvil

En todo circuito eléctrico existe un consumo unido por un extremo al positivo de la pila mediante un conductor y por el otro al negativo mediante otro conductor.

En un automóvil, el equivalente a la pila que estamos viendo en los circuitos es la **batería,** cuya diferencia de potencial es de 12 V. Puesto que el chasis es metálico, y por tanto conductor, se utiliza como cable de unión entre los consumos y el negativo de la batería (Figura 1.17).



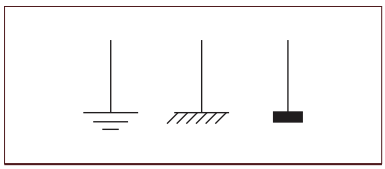
1.17. La masa: el chasis como conductor de retorno a la batería.

Así pues, en el automóvil **el chasis es el cable de retorno de la intensidad al negativo de la batería y lo denominamos masa.**

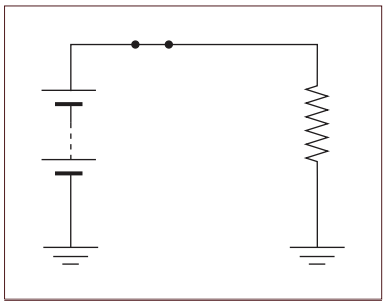
Para tal fin, el automóvil dispone de **puntos de masa** (llamados también **negativo**) unidos al chasis, donde se van conectando los negativos de los distintos consumos.

En los circuitos eléctricos del automóvil, representaremos la masa utilizando diferentes símbolos como se muestra en la Figura 1.18.

Generalmente, la batería se coloca en la parte izquierda del esquema eléctrico (en caso de que venga representada) y la masa en la parte inferior.



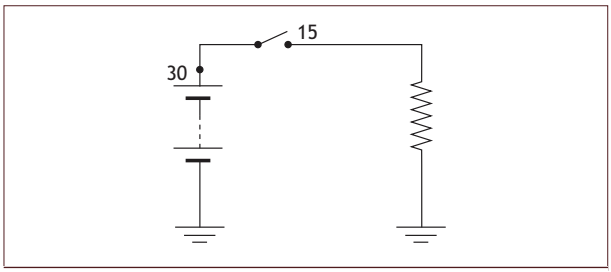
1.18. Distintas maneras de representar la masa.



1.19. Circuito eléctrico elemental.

10 >> Nomenclatura básica utilizada en los circuitos eléctricos del automóvil

Existe un código de números y letras que utilizan los fabricantes para designar distintas situaciones eléctricas (Figura 1.20).



1.20. Circuito eléctrico elemental. Nomenclatura básica.

En el circuito de la Figura 1.20, están representados una batería, un interruptor —que en este caso simboliza la primera posición o posición de encendido de la llave de contacto— y una resistencia, que puede ser cualquier consumo del automóvil.

Los números que aparecen en el circuito corresponden a:

- **30.** Es positivo directo de batería. Siempre tiene una tensión de 12 V. Por ejemplo, la luz interior.
- **15.** Es positivo con el encendido conectado. Tendrá 12 V cuando tengamos la llave de contacto en la primera posición. Por ejemplo, el limpiaparabrisas.
- Otra situación que no queda representada en el circuito anterior pero que ya estamos en disposición de conocer es la que corresponde a las letras **X** o **R**. En este caso también son positivo (12 V), excepto cuando damos corriente al motor de arranque. X o R alimentan los consumos que dejan de funcionar al poner en funcionamiento el motor térmico y lo vuelven a hacer cuando el motor térmico está girando y el conductor suelta la llave de contacto. Es el caso, por ejemplo, de la radio.

Actividades propuestas

15·· ¿De qué características depende el valor de la resistencia de un hilo conductor?

16·· Calcula la resistencia de un hilo conductor de cobre (ρ = 0,0172) que tiene una longitud de 4 m y una sección de 0,5 mm^2.

17·· Calcula la resistencia de un hilo conductor de cobre (ρ = 0,0172) que tiene una longitud de 75 cm y una sección de 1 mm^2.

18·· ¿A qué denominamos masa en el automóvil?

19·· ¿Cuáles son los diferentes símbolos utilizados en los circuitos eléctricos para representar los puntos de masa?

20·· ¿Con qué número se designa el positivo directo de batería? ¿Y el positivo después de la llave de contacto?

11 >> La potencia eléctrica (P)

La potencia es igual al trabajo partido por el tiempo. Dicho con otras palabras, si tenemos que desplazar 50 mesas y 50 sillas a 100 metros de distancia no emplearemos la misma potencia si lo hacemos en 2 horas que si empleamos en ello 2 días.

El trabajo realizado en ambos casos será el mismo, pero al emplear 2 horas habremos desarrollado mayor potencia que si lo hubiéramos hecho en 2 días.

Por tanto, parece lógico pensar que, dado que la electricidad es un desplazamiento de electrones, siempre que circule intensidad se está produciendo un trabajo y, según el tiempo que se tarde en realizarlo, tendremos mayor o menor potencia eléctrica.

> **La potencia eléctrica es el trabajo efectuado al desplazar las cargas eléctricas, por unidad de tiempo.**

La unidad de la potencia es el vatio y se representa por la letra **W.**

La potencia eléctrica es una característica que estamos acostumbrados a ver representada en todos los consumos eléctricos. Así, por ejemplo, tenemos bombillas de bajo consumo de 11 W, de 15 W, etc.; bombillas incandescentes de 60 W, 100 W, etc.; bombillas halógenas de 200 W, 500 W, etc.

Ahora ya podemos afirmar que hay bombillas de 11 vatios, 15 vatios o 60 vatios de potencia sabiendo lo que decimos.

La potencia eléctrica está relacionada con el voltaje a que está sometido un consumo y la intensidad que lo atraviesa. Su fórmula es:

$$P = V \cdot I$$

La factura de la luz

La factura de la luz la pagamos por kilovatios hora (kWh) y, por tanto, cuantos más vatios tengamos conectados y cuanto más tiempo lo estén, más pagaremos.

Casos prácticos

Cálculo del consumo de una bombilla de 11 W y otra de 500 W

•• Calcula la intensidad que circula a través de una bombilla de:

a) 11 W.
b) 500 W.

Solución ••

a) Con la bombilla de 11 W, y teniendo en cuenta que el voltaje en nuestras casas es de 220 V, podemos calcular la intensidad que circula por ella:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{11\ W}{220\ V} = 0{,}05\ A$$

b) Con la bombilla de 500 W:

$$I = \frac{500\ W}{220\ V} = 2{,}27\ A$$

Es fácil deducir que el consumo de una bombilla de 500 W es muy superior al consumo de otra de 11 W.

12 >> El efecto joule

Siempre que circula electricidad a través de un hilo conductor, se produce calor en este.

Joule estudió este fenómeno y lo cuantificó con la siguiente fórmula:

$$Q = 0{,}24 \cdot R \cdot I^2 \cdot t$$

Siendo:

Q: el calor producido, expresado en **calorías.**
R: la resistencia del hilo conductor, en **ohmios.**
I: la intensidad que circula por el hilo conductor, en **amperios.**
t: el tiempo durante el cual está circulando la electricidad, en **segundos.**

A partir de este momento, siempre que hablemos de efecto joule pensaremos en calor.

Este fenómeno no es nuevo para nosotros, ya que sabemos perfectamente que todos los aparatos eléctricos que tenemos en nuestras casas se calientan cuando están funcionando (una bombilla de 100 W puede llegar incluso a quemarnos).

Luces de emergencia de los edificios

Un condensador se comporta como las luces de emergencia de los edificios: cuando se produce una avería en la conexión y se apagan las luces generales, se encienden las de emergencia y, en caso de que la avería dure varias horas, pueden llegar a apagarse.

13 >> Componentes eléctricos de los circuitos

En un circuito eléctrico nos encontraremos con distintos componentes que iremos estudiando en diferentes apartados. Ahora estudiaremos el **condensador** y las **resistencias.**

13.1 > El condensador

Un condensador es un componente eléctrico que, sometido a una diferencia de potencial, adquiere una determinada carga (fase de carga). Cuando dicha diferencia de potencial desaparece, y siempre que sus extremos tengan continuidad, el condensador se va descargando devolviendo la electricidad que ha almacenado (fase de descarga).

Un condensador está formado por dos placas de material conductor separadas entre sí por material dieléctrico que actúa como aislante (Figura 1.21a).

Esta composición interna es la que nos da la idea del símbolo empleado para representarlo en los circuitos (Figura 1.21.b).

Externamente, los condensadores presentan distintos tamaños y formas, que pueden ser prismáticas, cilíndricas…

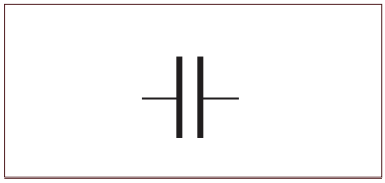
Sin embargo, todos tienen dos conexiones a la salida que se corresponden con las dos placas conductoras que llevan en su interior.

> **La característica fundamental de un condensador es la capacidad (C), que no es más que la magnitud que nos indica la cantidad de electricidad que es capaz de almacenar un condensador.**

Son distintas las variables que determinan la capacidad de un condensador.

Práctica 2

1.21.a. Partes de un condensador.



1.21.b. Símbolo de un condensador.

La capacidad de un condensador depende de:

– La superficie de las placas.
– El tipo de material dieléctrico que contenga.
– La distancia entre las dos placas conductoras.

La unidad en que medimos la capacidad **es el faradio (F)**, que es una magnitud bastante grande, por lo que lo habitual es trabajar con submúltiplos como el microfaradio μF (1 μF = $1 \cdot 10^{-6}$ F), el nanofaradio ηF (1 ηF = $1 \cdot 10^{-9}$ F) y el picofaradio pF (1 pF = $1 \cdot 10^{-12}$ F).

13.2 > Resistencias fijas y variables

Todos los consumos que tenemos en un circuito, al igual que los hilos conductores que ya hemos estudiado, presentan resistencia al paso de la corriente eléctrica. No obstante, en este apartado vamos a estudiar unos componentes denominados **resistencias** que, colocados en un circuito, tienen por misión modificar las características eléctricas (V e I) del mismo.

Podemos clasificar las resistencias en **fijas** y **variables**.

Resistencias fijas

A pesar de que las llamamos fijas, su valor aumenta sensiblemente con la temperatura hasta que alcanzan la temperatura de funcionamiento (esta variación en la temperatura de las resistencias es provocada por el efecto joule). A partir de este momento, su valor se mantiene estable.

Su representación en los circuitos eléctricos se muestra en la Figura 1.22.

Este tipo de resistencias están fabricadas con material cerámico, tienen forma cilíndrica y van identificadas mediante un código de colores expresado en 3 ó 4 líneas transversales que indican su valor resistivo (Figura 1.23).

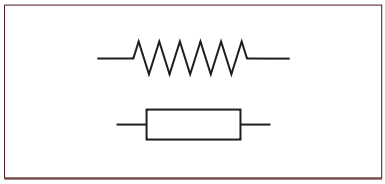
La primera línea representa las decenas, la segunda línea las unidades, la tercera el número de ceros que acompaña a las anteriores y, finalmente, la cuarta, en caso de llevarla, la tolerancia.

Color	Dígito	Tolerancia
Negro Marrón Rojo Naranja Amarillo Verde Azul Violeta Gris Blanco	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	
Oro Plata Sin señal		± 5% ± 10% ± 20%

1.23. Código de colores de una resistencia.

¿Cómo podemos modificar voltajes e intensidades?

Estudiaremos cómo se pueden modificar los voltajes y las intensidades de los circuitos en la unidad didáctica 2.



1.22. Símbolo de una resistencia fija.

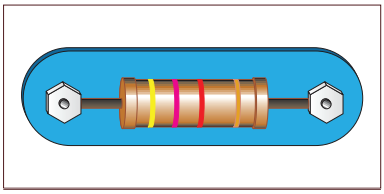
Colocación transversal y longitudinal

Decimos que un objeto está colocado transversalmente respecto de otro cuando está colocado de forma perpendicular a la dimensión más larga del segundo.

Decimos que un objeto está colocado longitudinalmente respecto de otro cuando está colocado en la dimensión más larga del segundo.

Vocabulario

Tolerancia de una resistencia: Cuando el valor de dicha resistencia puede variar sensiblemente y, por tanto, no es exacto.



1.24. Resistencia.

Para comprender mejor cómo se interpreta el código de colores, pondremos como ejemplo la resistencia de la Figura 1.24.

La resistencia de la Figura 1.24 tiene, comenzando por su izquierda:

– Color amarillo.
– Color violeta.
– Color rojo.
– Color oro.

Mirando la tabla del código de colores (Figura 1.23) vemos que al color amarillo le corresponde el número 4 (primer número por la izquierda), al violeta el número 7 (segundo número por la izquierda), al rojo el numero 2 (número de ceros) y al oro le corresponde una tolerancia de ± 5%.

Así pues, nuestra resistencia tiene un valor de 4 700 Ω que, aplicando la tolerancia del 5%, resultan:

$$4\,700\ \Omega + \frac{4\,700\ \Omega \cdot 5}{100} = 4\,935\ \Omega$$

$$4\,700\ \Omega - \frac{4\,700\ \Omega \cdot 5}{100} = 4\,465\ \Omega$$

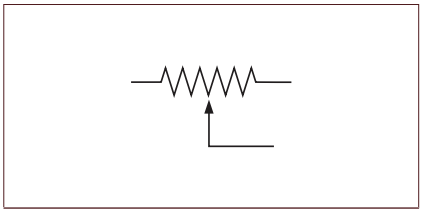
Ello nos da un valor de la resistencia comprendido entre 4 935 Ω y 4 465 Ω.

Resistencias variables

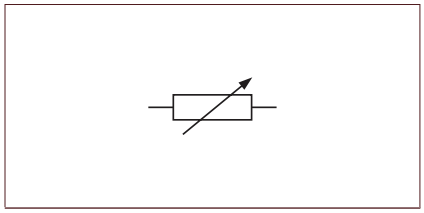
Existen distintos tipos de resistencias variables en función de cuál sea la magnitud que las haga variar.

Las podemos clasificar en cuatro bloques:

– **Potenciómetros y reóstatos** (Figuras 1.25 y 1.26). Son dispositivos con un contácto móvil que se usa para regular el valor de la resistencia. Están constituidos por un conductor con una entrada fija en un extremo mientras que la salida del otro extremo puede variar de posición para oponer mayor o menor resistencia al circuito en el que se encuentran.



1.25. Potenciómetro y reóstato. Esquema eléctrico.



1.26. Potenciómetro y reóstato. Símbolo eléctrico.

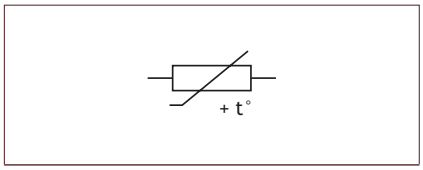
La diferencia entre ambos es que el reostato pemite mayores intensidades de paso por lo que se puede conectar en serie, mientras que el potenciómetro, al no poder admitir intensidades de paso altas, se debe conectar en paralelo.

– **PTC y NTC.** Son resistencias cuyo valor depende de la temperatura a la que se encuentran, es decir, varían con la temperatura.

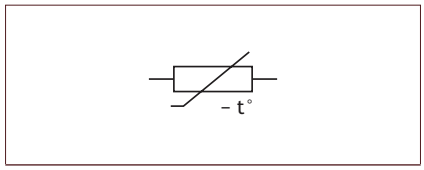
Reostatos

Podemos encontrar este tipo de resistencias en el mando de los coches Escalextric.

- PTC son siglas inglesas que significan **C**oeficiente de **T**emperatura **P**ositivo. Al aumentar la temperatura, aumenta el valor de su resistencia y, por la ley de Ohm, disminuye la intensidad que circula por ellas (Figura 1.27a).
- NTC significa **C**oeficiente de **T**emperatura **N**egativo. Al aumentar la temperatura, disminuye el valor de su resistencia y, por la ley de Ohm, aumenta la intensidad que circula por ellas (Figura 1.27b).

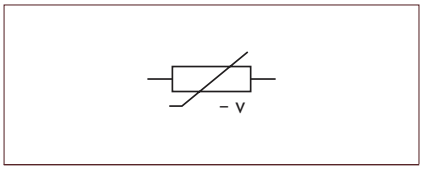


1.27.a. PTC. Símbolo eléctrico.



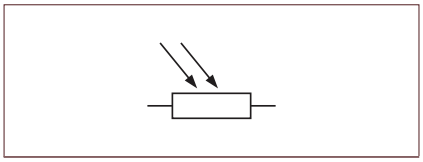
1.27.b. NTC. Símbolo eléctrico.

– **VDR.** Se trata de resistencias cuyo valor depende del voltaje al que estén sometidas, es decir, varían con la diferencia de potencial entre sus extremos. Al aumentar la tensión, disminuye su valor resistivo y, por la ley de Ohm, aumenta la intensidad que circula por ellas. (Figura 1.28)



1.28. VDR. Símbolo eléctrico.

– **LDR y LRD.** Son resistencias cuyo valor depende de la luz que incide sobre ellas (LDR y LRD). Al aumentar la luz que reciben, disminuye su resistencia y, por la ley de Ohm, aumenta la intensidad que circula por ellas (Figura 1.29).



1.29. LDR. Símbolo eléctrico.

Actividades propuestas

21·· ¿A qué denominamos fase de carga de un condensador? ¿Y fase de descarga?

22·· ¿Cómo está compuesto interiormente un condensador? ¿Cuántos contactos tiene?

23·· ¿Cuál es la unidad utilizada para medir la capacidad de un condensador? ¿Cómo se representa?

24·· ¿Qué variables quedan modificadas cuando intercalamos una resistencia en un circuito?

25·· ¿Cómo se designa a las resistencias cuyo valor varía en función de la temperatura a la que se encuentran? ¿Y a las que varían en función del voltaje a que están sometidas?

Actividades finales

1·· En cuanto a los átomos:

a) Indica cuáles son las partículas que los constituyen.
b) ¿Cuáles de las partículas anteriores tienen carga eléctrica?
c) ¿De qué signo son las cargas eléctricas anteriores?

2·· ¿A nivel atómico, a qué denominamos electricidad?

3·· ¿Qué tipo de electricidad (alterna o continua) nos proporciona la batería de un automóvil?

4·· ¿Es lo mismo hablar de tensión que de voltaje?

5·· ¿Es lo mismo hablar de diferencia de potencial que de tensión?

6·· Qué unidad es la que utilizamos para medir:

a) La intensidad.
b) El voltaje.
c) La resistencia.
d) La tensión.
e) La f.e.m.
f) La potencia.
g) La d.d.p.
h) El calor.
i) La capacidad.

7·· Define los términos resistencia eléctrica, intensidad y potencia.

8·· ¿Con qué relacionas el efecto joule?

9·· A qué magnitud corresponden las siguientes unidades:

a) Ohmios.
b) Calorías.
c) Faradios.
d) Vatios.
e) Voltios.
f) Amperios.

10·· Una NTC es una resistencia cuyo valor depende de la temperatura a la que se encuentra. Al aumentar su temperatura, ¿aumenta o disminuye su valor?

11·· Una LDR es una resistencia cuyo valor depende de la luz que recibe. Al aumentar la luz que incide sobre ella, ¿aumenta o disminuye su valor?

12·· Una VDR es una resistencia cuyo valor depende de la tensión a la que se encuentre. Al aumentar la tensión, ¿aumenta o disminuye su valor?

13·· Calcula el voltaje que deberá tener una resistencia de 2 Ω para que circule por ella una intensidad de 6 A.

14·· Calcula la resistencia de un hilo conductor de cobre (ρ = 0,0172) que tiene una longitud de 35 cm y una sección de 1 mm^2.

15·· Disponemos de una lámpara de 5 W correspondiente a las luces de posición de un vehículo. Si la tensión de la batería es de 12 V:

a) ¿Qué intensidad circulará por la lámpara?
b) ¿Cuál será el valor de su resistencia?
c) ¿Cuál será el calor desprendido si permanece encendida durante 2 horas?

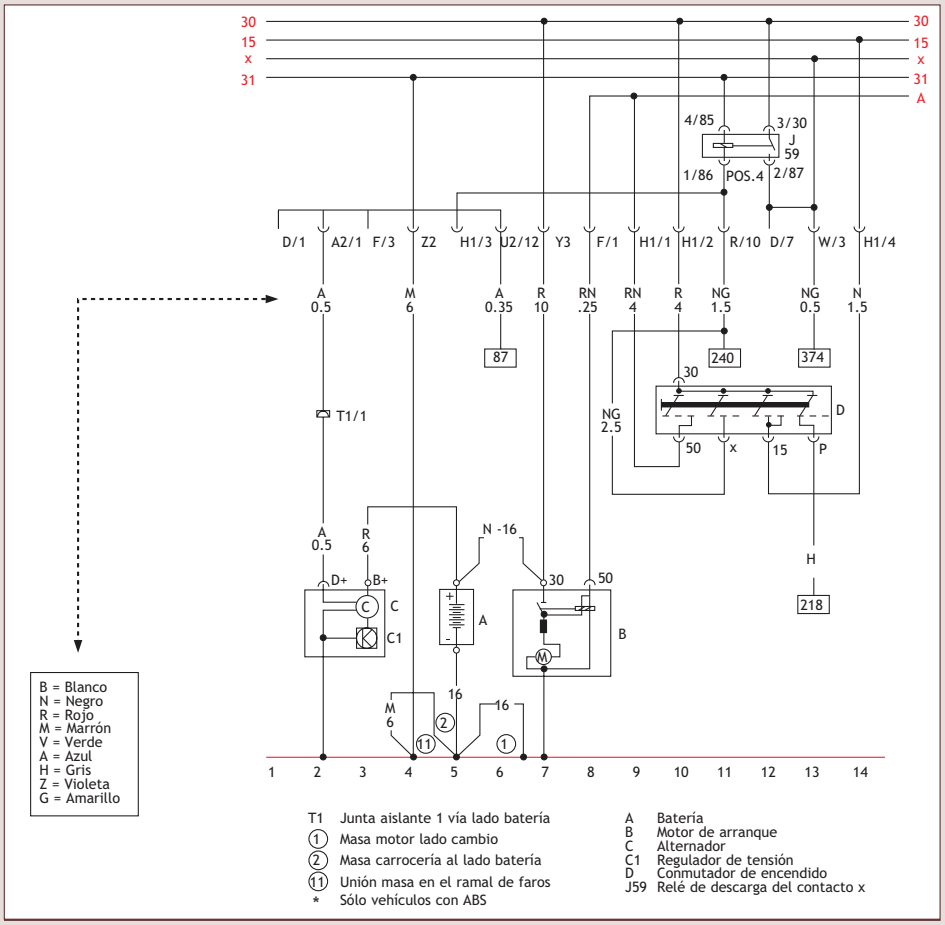
16·· Escribe las fórmulas de:

a) La ley de Ohm.
b) La potencia eléctrica.
c) La resistencia de un hilo conductor.
d) El efecto joule.

Caso final

Esquema eléctrico

•• En el siguiente circuito eléctrico, utilizado por la empresa SEAT y representado en la Figura, identifica los números que están en color.



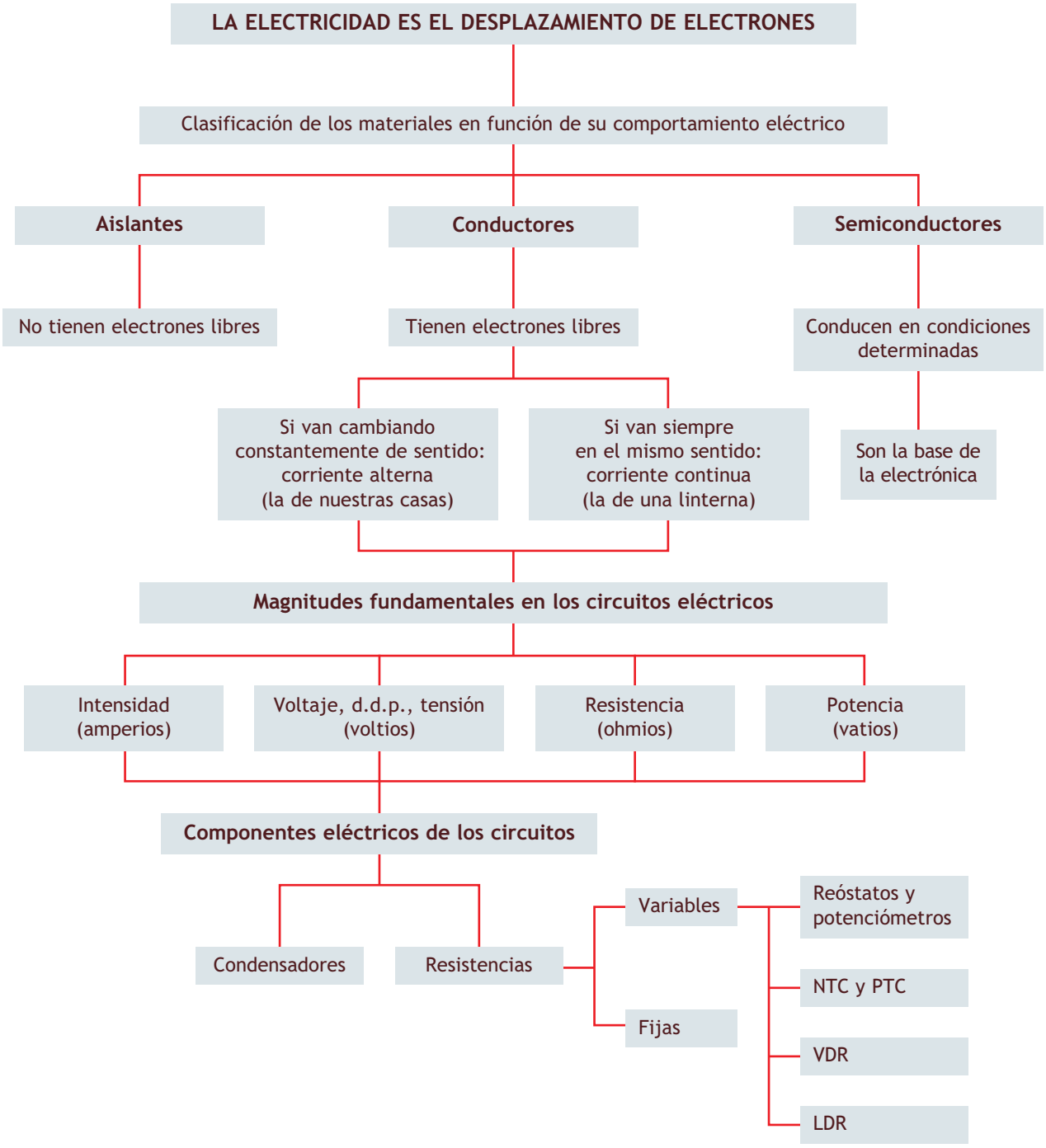
1.30. Esquema eléctrico utilizado por la marca SEAT.

Solución •• En la parte superior, se situan las **vías de corriente** (puntos con igual voltaje) **30**, **15**, **X**, **31** y **A**.

- **30:** Es positivo (12 V) directo de batería. Es independiente de la posición que ocupe la llave de contacto.
- **15:** Es positivo (12 V) cuando la llave de contacto está en la posición de encendido.
- **X:** Es positivo (12 V) siempre, excepto en el momento de poner en funcionamiento el motor térmico.
- **31:** Es la masa (0 V) de la central de conexiones.
- **A:** Es la vía de corriente que, no correspondiendo a ninguna de las anteriores, se encarga de llevar, en condiciones particulares, la electricidad hacia otros consumos del automóvil.

En la parte inferior nos encontramos con una única línea. Esta es la masa correspondiente al chasis del vehículo y en ella vienen identificados distintos números, cada uno de ellos correspondiente a la localización de los distintos puntos de masa del chasis. Para finalizar, entre las vías de corriente (12 V) y la masa inferior tenemos los distintos consumos del automóvil.

Ideas clave


LA ELECTRICIDAD ES EL DESPLAZAMIENTO DE ELECTRONES
Clasificación de los materiales en función de su comportamiento eléctrico
Aislantes
Conductores
Semiconductores
No tienen electrones libres
Tienen electrones libres
Conducen en condiciones determinadas
Si van cambiando constantemente de sentido: corriente alterna (la de nuestras casas)
Si van siempre en el mismo sentido: corriente continua (la de una linterna)
Son la base de la electrónica
Magnitudes fundamentales en los circuitos eléctricos
Intensidad (amperios)
Voltaje, d.d.p., tensión (voltios)
Resistencia (ohmios)
Potencia (vatios)
Componentes eléctricos de los circuitos
Condensadores
Resistencias
Variables
Fijas
Reóstatos y potenciómetros
NTC y PTC
VDR
LDR

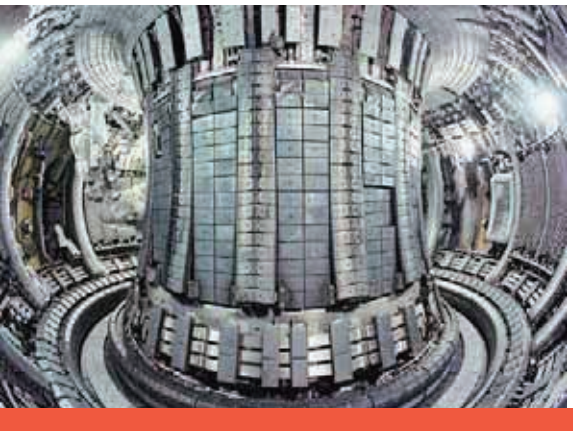
TRANSFORMAR EL PLOMO EN ORO

El concepto de átomo, ideado hace unos 2500 años por el filósofo griego Demócrito, es hoy un contrasentido semántico y científico, pues *átomo* significa "lo indivisible".

Durante mucho tiempo se creyó que toda la materia estaba formada por partículas pequeñísimas indivisibles e indeformables, y que cada elemento tenía sus propias partículas.

La teoría del átomo ha ido evolucionando. Según Rutherford (1871-1937), y utilizando un símil muy simplificador, el átomo es un diminuto sistema solar cuyo *sol*, el núcleo atómico, está rodeado por un determinado número de *planetas*, los electrones. Casi toda la masa del átomo está concentrada en el núcleo. Aquí se encuentran los protones, partículas con carga eléctrica positiva, y los neutrones, partículas sin carga.

Solo los alquimistas de la Edad Media alentaban la esperanza de transformar, con la ayuda de fuerzas mágicas, las partículas de un elemento en las de otro.



En aquella época surgieron historias en las que se decía que ciertos alquimistas eran capaces de transformar el plomo en oro. ¿Puede ser eso cierto?

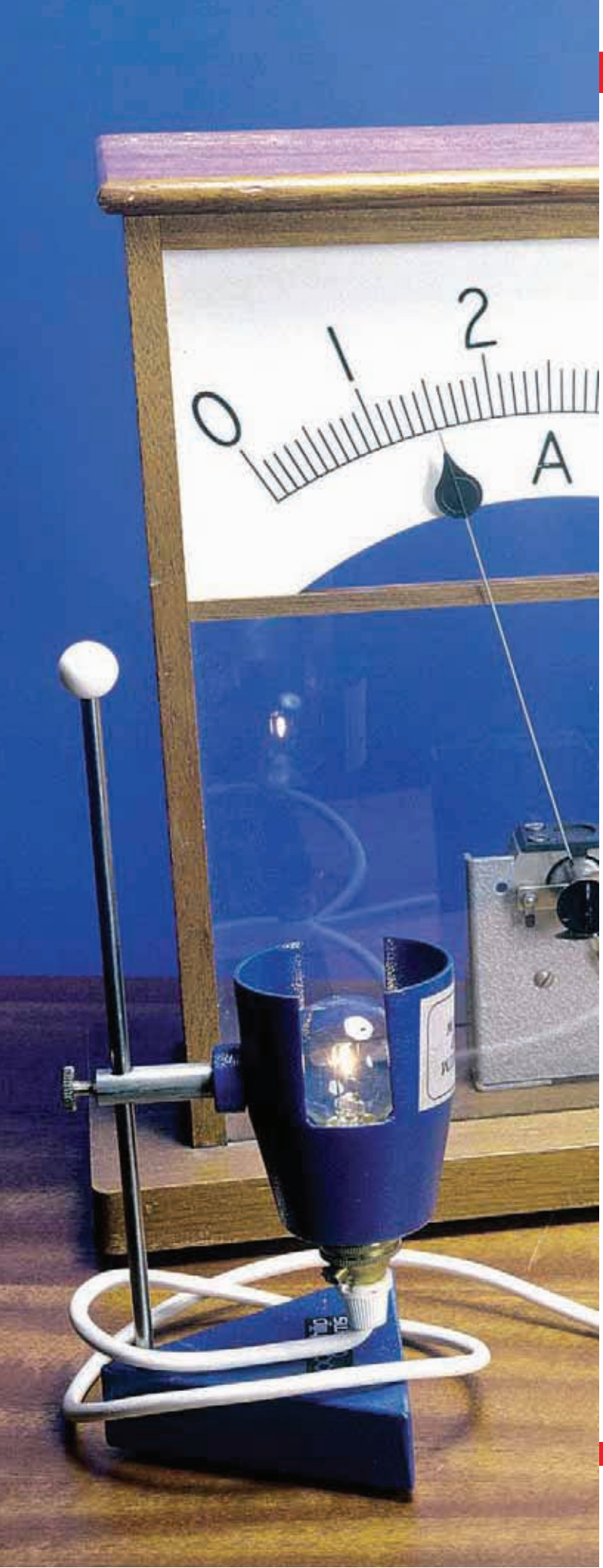
Si nos fijamos en los números atómicos (cantidad de protones en el núcleo atómico y cantidad de electrones), tenemos que el oro tiene un número atómico de 79 y el plomo de 82.

Es decir, si fuéramos capaces de extraer tres electrones y tres protones de un átomo de plomo, obtendríamos un átomo de oro.

Los físicos han logrado convertir átomos de plomo en átomos de oro mediante reacciones nucleares. Sin embargo, los nuevos átomos de oro, al ser isótopos inestables (tienen el mismo numero de protones, pero no de neutrones que el elemento estable), resisten menos de cinco segundos antes de desintegrarse.

Como nota curiosa, la ciencia moderna ha establecido que, teóricamente, sí es posible transformar plomo en oro. Lamentablemente los requerimientos energéticos que se deberían alcanzar (más de 200 millones de grados) dentro de un campo magnético extremo (reactor toroidal TOKAMAK), y la necesidad de una tecnología muy superior a la actual para reconectar o fusionar los núcleos atómicos, lo hace imposible por el momento.

En un futuro seguro que se podrá realizar, pero ello implicará que el oro pierda el valor al dejar de ser un elemento escaso y difícil de encontrar.



unidad 2

Electricidad básica II

SUMARIO

- Agrupación de resistencias
- Cálculo de circuitos eléctricos
- Caída de tensión
- Lectura de intensidad, resistencia y voltaje con el polímetro

OBJETIVOS

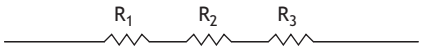
- Identificar en un circuito aquellas resistencias que están conectadas en serie y las que lo están en paralelo.
- Saber calcular la resistencia equivalente de un conjunto.
- Conocer y asimilar el concepto de caída de tensión.
- Practicar las lecturas de tensión, intensidad y resistencia con el polímetro.

1 >> Agrupación de resistencias en serie, paralelo y mixtas

En los circuitos eléctricos suele haber más de una resistencia alimentada con el mismo voltaje.

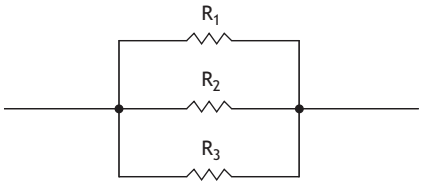
Cuando tenemos más de una resistencia en un circuito eléctrico, las podemos conectar de dos formas distintas, en serie y en paralelo.

Las resistencias están conectadas en serie cuando están unidas una a continuación de la otra, según muestra la Figura 2.1.



2.1. Conjunto de tres resistencias en serie.

Las resistencias están conectadas en paralelo cuando están unidas por sus dos extremos, como se observa en la Figura 2.2.



2.2. Conjunto de tres resistencias en paralelo.

1.1 > Resistencia equivalente

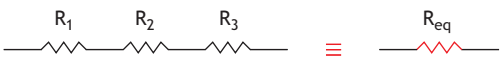
Un conjunto de resistencias alimentadas por una misma fuente de tensión se puede reducir a una resistencia única, llamada **resistencia equivalente**.

Para calcular la resistencia equivalente hay que tener en cuenta si se trata de una agrupación de resistencias en serie o en paralelo.

Resistencia equivalente a un conjunto de resistencias en serie

En el caso de un conjunto de resistencias en serie, R_1, R_2 y R_3, como el de la Figura 2.3, la resistencia equivalente, R_{eq}, es igual a la suma de las resistencias.

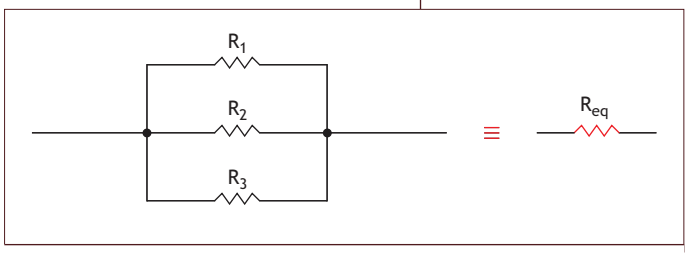
$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots$$



2.3. Resistencia equivalente de un conjunto de resistencias en serie.

Vocabulario

Equivalencia: Cuando nos encontramos con el símbolo ≡ queremos decir que el circuito que se encuentra a su izquierda es equivalente al circuito que se encuentra a su derecha.



2.4. Resistencia equivalente de un conjunto de resistencias en paralelo.

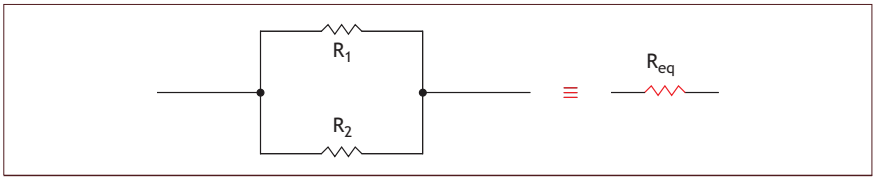
Resistencia equivalente a un conjunto de resistencias en paralelo

Si un conjunto de resistencias, R_1, R_2 y R_3, están dispuestas en paralelo, la inversa de la resistencia equivalente, R_{eq}, es igual a la suma de las inversas de las resistencias.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots$$

Solo en aquellos casos en los que únicamente sean dos las resistencias que estén en paralelo, y dado que matemáticamente se complica la anterior operación, se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$



2.5. Resistencia equivalente de dos resistencias en paralelo.

Casos prácticos

¿Qué diferencia existe entre conectar dos resistencias en serie o hacerlo en paralelo?

•• Dadas dos resistencias de 6 Ω cada una:

a) Calcula la resistencia equivalente a estas dos resistencias si se disponen en serie.
b) Calcula la resistencia equivalente a estas dos resistencias si se disponen en paralelo.

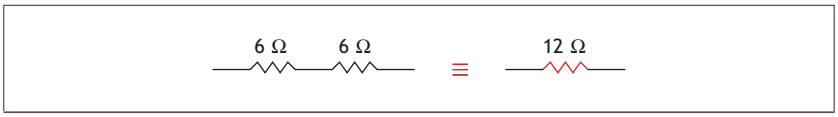
Solución ••

a) Si las dos resistencias están dispuestas en serie, como muestra la Figura 2.6, la resistencia equivalente a ambas será:

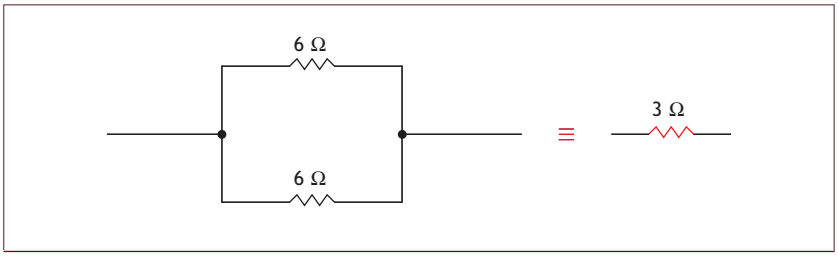
$$R_{eq} = 6\ \Omega + 6\ \Omega = 12\ \Omega$$

b) Si las dos resistencias están dispuestas en paralelo, como muestra la Figura 2.7, la resistencia equivalente a ambas será:

$$R_{eq} = \frac{6\ \Omega \cdot 6\ \Omega}{6\ \Omega + 6\ \Omega} = \frac{36}{12} = 3\ \Omega$$



2.6. Resistencia equivalente a dos resistencias en serie.



2.7. Resistencia equivalente a dos resistencias en paralelo.

1.2 > Cálculo de resistencias equivalentes

En el subepígrafe anterior, en el que se ha calculado la resistencia equivalente a dos resistencias del mismo valor, conectadas primero en serie y después en paralelo, se puede ver que la resistencia equivalente en ambos casos es totalmente distinta.

En el caso de que las resistencias se dispongan en serie, el valor de la resistencia equivalente aumenta, mientras que si se disponen en paralelo, el valor disminuye.

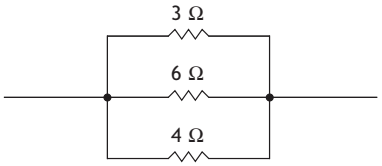
Caso particular

El valor de la **resistencia equivalente** de **dos resistencias iguales** conectadas **en serie es igual al doble** de cada una de ellas. Y el valor de la resistencia equivalente de **dos resistencias iguales** conectadas **en paralelo** es **igual a la mitad** de su valor.

Casos prácticos

Dos maneras distintas de efectuar el cálculo de resistencias en paralelo

•• Calcula la resistencia equivalente del circuito de la Figura, formado por el conjunto de tres resistencias dispuestas en paralelo de 3 Ω, 6 Ω y 4 Ω.

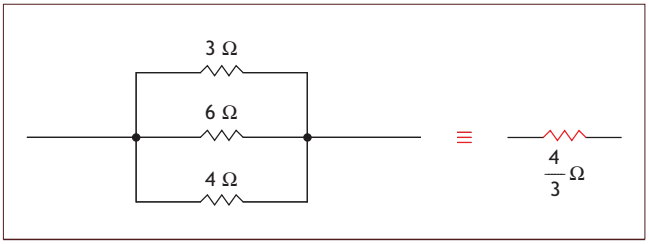


Solución •• Se puede calcular la resistencia equivalente de dos maneras distintas:

La primera de ellas es aplicando la fórmula general a las tres resistencias, como hemos visto hasta el momento.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{4} + = \frac{4}{12} + \frac{2}{12} + \frac{3}{12} = \frac{9}{12} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{9}{12} \quad \Rightarrow \quad R_{eq} = \frac{12}{9} = \frac{4}{3}\ \Omega$$



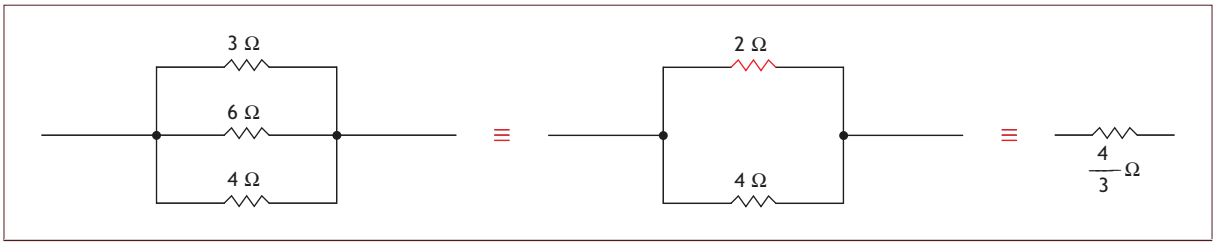
2.8. Resistencia equivalente de tres resistencias en paralelo.

La segunda forma de hacer el cálculo de la resistencia equivalente es haciendo el cálculo en dos pasos, primero operamos con dos resistencias y después, se opera con el valor de la tercera resistencia y la resultante de las anteriores. Haciéndolo de la segunda forma podemos utilizar la fórmula sencilla.

Resolución con la fórmula simplificada:

$$R_{eq} = \frac{3\ \Omega \cdot 6\ \Omega}{3\ \Omega + 6\ \Omega} = \frac{18}{9} = 2\ \Omega$$

$$R_{eq} = \frac{2\ \Omega \cdot 4\ \Omega}{2\ \Omega + 4\ \Omega} = \frac{8}{6} = \frac{4}{3}\ \Omega$$



2.9. Resistencia equivalente de tres resistencias en paralelo. Fórmula simplificada.

1.3 > Agrupación mixta de resistencias

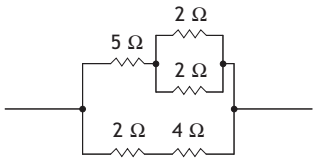
Una agrupación mixta de resistencias es un conjunto de resistencias conectadas algunas de ellas en serie y otras en paralelo.

El cálculo de la resistencia equivalente al conjunto de resistencias de agrupación mixta se hace por partes, calculando en cada paso aquellas resistencias que, entre ellas, están claramente unidas en serie o en paralelo.

Casos prácticos

Cálculo de la resistencia equivalente a un circuito mixto de resistencias

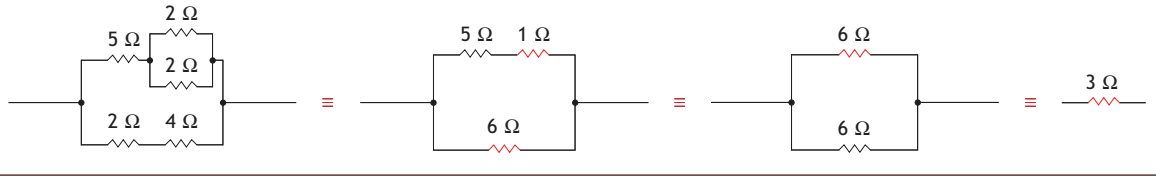
•• Calcula la resistencia equivalente de este circuito mixto de resistencias en serie y en paralelo.



Solución •• Vamos calculando las resistencias por partes, del siguiente modo:

$$R_{eq} = \frac{2\ \Omega \cdot 2\ \Omega}{2\ \Omega + 2\ \Omega} = \frac{4}{4} = 1\ \Omega \qquad R_{eq} = 5\ \Omega + 1\ \Omega = 6\ \Omega \qquad R_{eq} = \frac{6\ \Omega \cdot 6\ \Omega}{6\ \Omega + 6\ \Omega} = \frac{36}{12} = 3\ \Omega$$

$$R_{eq} = 2\ \Omega + 4\ \Omega = 6\ \Omega$$

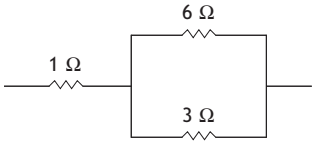


2.10. Circuito mixto de resistencias en serie y en paralelo.

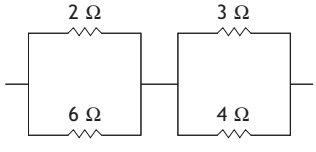
Actividades propuestas

1•• Calcula el valor de la resistencia equivalente en los siguientes casos:

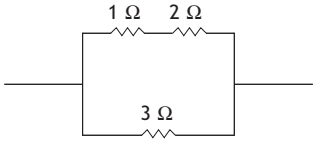
a)



b)



c)



2 >> Cálculo de circuitos eléctricos con agrupación de resistencias

Antes de iniciar el cálculo de circuitos con más de una resistencia, haremos una práctica que nos permitirá observar cómo afectan las diferentes conexiones en serie y en paralelo entre resistencias cuando están bajo la acción de una tensión.

Técnica

El árbol de Navidad

•• El objetivo de esta práctica es observar la diferencia de luz que proyectan dos bombillas al conectarlas en serie y al hacerlo en paralelo.

Así mismo volveremos a practicar con los alicates de engatillar, que nos permiten cortar y pelar los extremos del hilo conductor para, posteriormente, acoplarlos al interruptor y al enchufe.

Materiales

- 3 portalámparas
- 1 interruptor
- 1 enchufe
- 1 m de hilo conductor
- 1 alicates de engatillar

Desarrollo •• Se unen los dos portalámparas entre sí, primero en serie y posteriormente en paralelo, y se conectan al enchufe a través del interruptor.

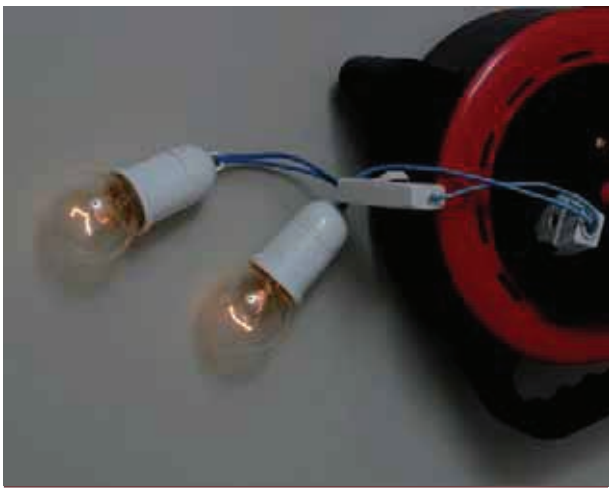
Será el profesor quien colocará las correspondientes bombillas y probará el conjunto después de haberlo supervisado.

Se observa la luz que proyectan las bombillas cuando están conectadas entre sí en serie y cuando lo están en paralelo.

A continuación, observaremos qué pasa cuando quitamos una de las dos bombillas en el acoplamiento en serie y en el acoplamiento en paralelo.

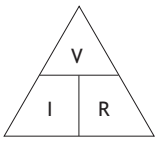
Podemos repetir la experiencia pero ahora con tres portalámparas y tres bombillas conexionadas primero en serie y después en paralelo.

Observamos una vez más la diferencia de luz que emiten las bombillas en ambos casos.



2.11.a. Bombillas conexionadas en serie.

2.11.b. Bombillas conexionadas en paralelo.



La ley de Ohm

Aprovechamos para recordar la ley de Ohm.

Aplicación de la ley de Ohm

Lo que vamos a aprender en esta parte de la unidad, es cómo aplicar la ley de Ohm en circuitos con acoplamientos en serie y en paralelo, y así poder interpretar lo que ha sucedido en la práctica anterior, que es la base del funcionamiento general de la electricidad.

Para resolver estos circuitos, se calcula en primer lugar la resistencia equivalente. Una vez reducido el circuito a uno elemental, se aplica la ley de Ohm y, de esta manera, se obtiene la intensidad que sale de la batería.

Para conocer las tensiones e intensidades de las resistencias en un circuito, iremos aplicando en cada una de ellas la ley de Ohm.

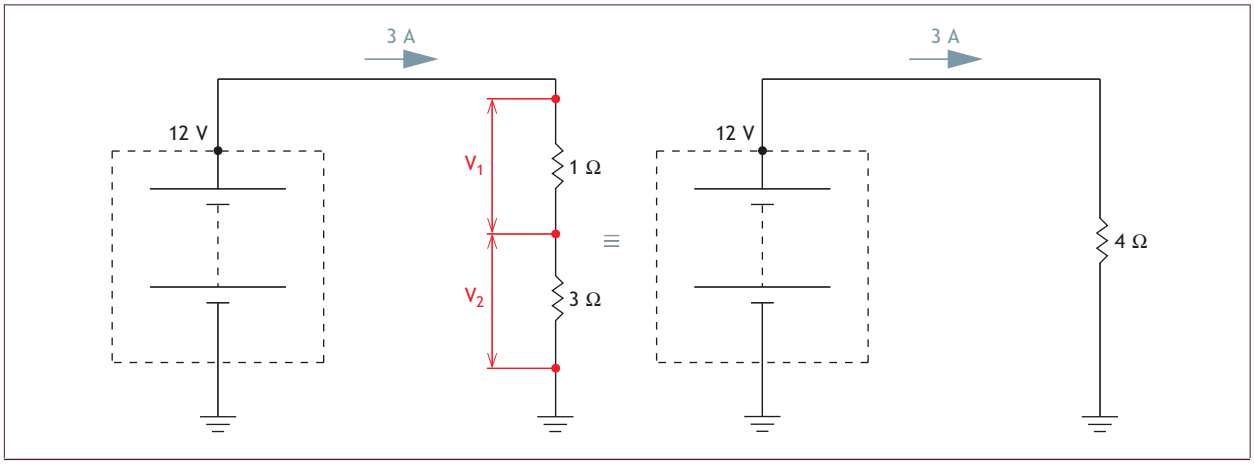
Casos prácticos

Ley de Ohm en un circuito en serie

•• Dado un circuito con dos resistencias en serie, una de 1 Ω y otra de 3 Ω, conectadas a una tensión de 12 V, calcula la intensidad y las tensiones en cada resistencia.

Solución •• Primero se calcula la resistencia equivalente al conjunto de las dos resistencias en serie, $R_{eq} = 1 + 3 = 4\ \Omega$. Aplicando la ley de Ohm, se obtiene la intensidad I = 3 A.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12\ V}{4\ \Omega} = 3\ A$$



2.12. Circuito con dos resistencias en serie.

Después se calcula el voltaje existente en los extremos de cada resistencia y resulta una tensión $V_1 = 3$ V, para la resistencia de 1 Ω, y para la resistencia de 3 Ω, una tensión de $V_2 = 9$ V. Cumpliéndose siempre que la suma de caídas de tensión en un circuito es igual a la tensión que nos proporciona la batería.

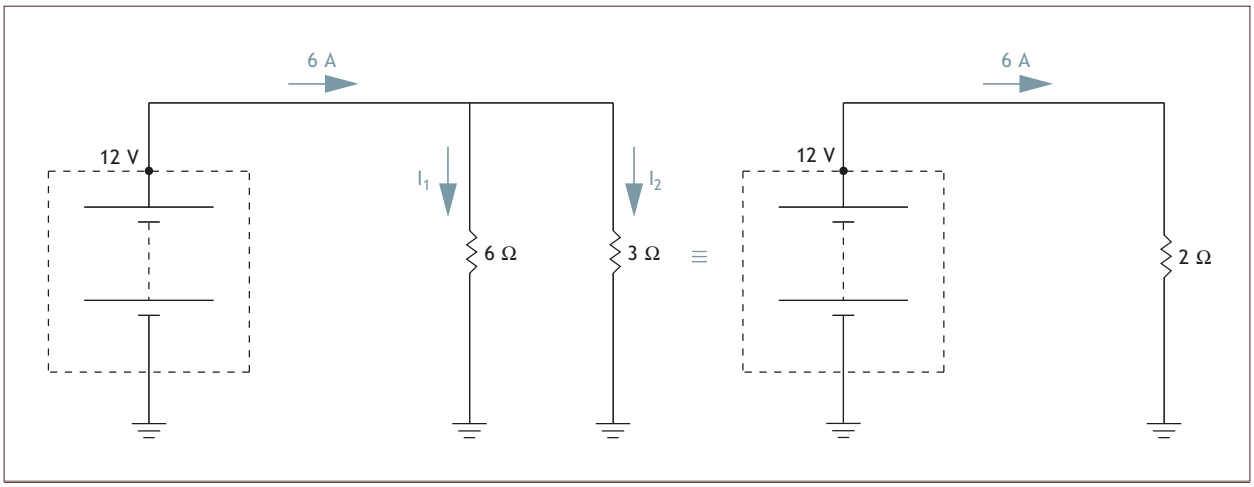
$$V = I \cdot R \qquad V_1 = 3\ A \cdot 1\ \Omega = 3\ V$$
$$V_2 = 3\ A \cdot 3\ \Omega = 9\ V$$
$$12\ V$$

Casos prácticos

Ley de Ohm en un circuito en paralelo

•• Dado un circuito con dos resistencias en paralelo, una de 6 Ω y otra de 3 Ω, conectadas a una tensión de 12 V, calcula la intensidad y las tensiones en cada resistencia.

Solución •• Con las dos resistencias en paralelo, la tensión en las resistencias es la de la batería, en este caso 12 V, así que aplicando la ley de Ohm obtendremos la intensidad de cada una de las resistencias. La intensidad que sale de la batería, la podemos calcular conociendo la resistencia equivalente y aplicando la ley de Ohm o bien sumando las intensidades que circulan por cada resistencia.



2.13. Circuito con dos resistencias en paralelo.

$$I_1 = \frac{12\ V}{6\ \Omega} = 2\ A \qquad R_{eq} = \frac{6\ \Omega \cdot 3\ \Omega}{6\ \Omega + 3\ \Omega} = \frac{18}{9} = 2\ \Omega$$

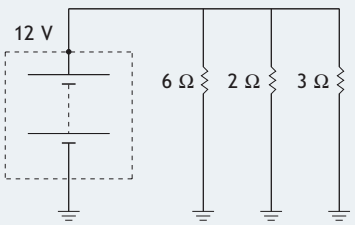
$$I_2 = \frac{12\ V}{3\ \Omega} = 4\ A \qquad I = \frac{V}{R} = \frac{12\ V}{2\ \Omega} = 6\ A$$

$$\overline{6\ A}$$

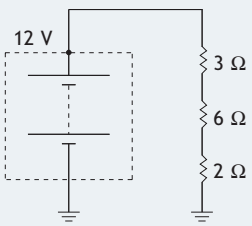
Actividades propuestas

2•• Calcula el valor de la intensidad y del voltaje que tienen cada una de las resistencias de las Figuras a y b.

a)



b)



3 >> Caída de tensión en un circuito

Una caída de tensión en un circuito es el voltaje que existe entre los extremos de una resistencia.

Siempre que pasa una intensidad a través de una resistencia, se produce en ella una caída de tensión.

En el caso práctico "Ley de Ohm en un circuito en serie", la caída de tensión en la resistencia de 1 Ω es de 3 V y en la resistencia de 3 Ω es de 9 V. De este modo siempre se cumple que:

– La suma de caídas de tensión de todos los componentes en serie de un circuito es igual a la tensión de la batería: 3 V + 9 V = 12 V.
– La intensidad que atraviesa un grupo de resistencias en serie es igual para todas ellas e igual a la que sale de la batería: 3 A.

En el caso práctico "Ley de Ohm en un circuito en paralelo", la intensidad que pasa por la resistencia de 3 Ω es de 4 A y la que pasa por la resistencia de 6 Ω es de 2 A, cumpliéndose siempre que:

– La caída de tensión de cada resistencia en paralelo es igual al voltaje de la pila: 12 V.
– La suma de intensidades de un conjunto de resistencias dispuestas en paralelo, es igual a la intensidad que sale de la batería: 2 A + 4 A = 6 A.

2.14. Efectos de la caída de tensión.

En la práctica "el árbol de navidad" hemos conectado 2 bombillas primero en serie y después en paralelo, ahora ya sabemos que:

– En paralelo es igual el voltaje para ambas bombillas, en este caso 220 V.
– En serie se reparte el voltaje, en este caso cada bombilla dispondrá de 110 V, ya que ambas son iguales.

Tributo al César

Cada vez que circula una intensidad a través de una resistencia es como si tuviera que pagar un tributo al César. La electricidad va pagando para pasar con voltaje y el voltaje que tenía al iniciar su recorrido lo va gastando todo por el camino.

4 >> Comparación de circuitos con resistencias en serie y en paralelo

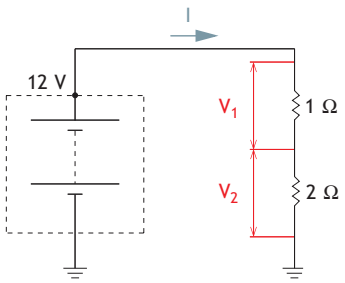
A continuación vamos a estudiar qué ocurre cuando añadimos más resistencias a un circuito, primero lo veremos en serie y a continuación en paralelo.

Casos prácticos

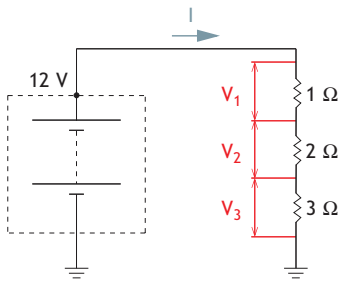
Circuito en serie con dos resistencias y tres resistencias

•• Calcula la intensidad y la caída de tensión para cada resistencia en los siguientes circuitos:

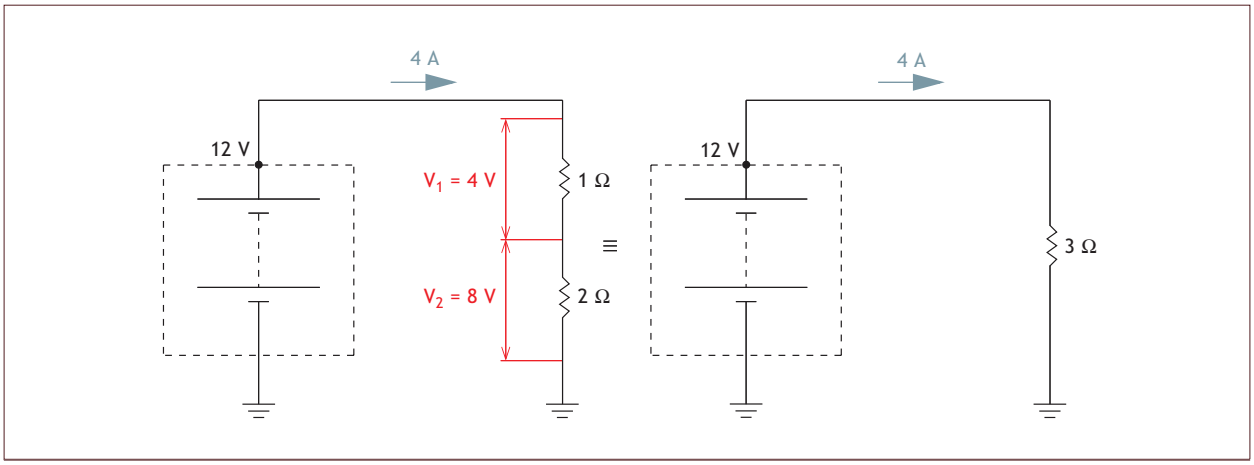
a)



b)



Solución ••



2.15. Resolución de un circuito con dos resistencias en serie.

a) $R_{eq} = 1\ \Omega + 2\ \Omega = 3\ \Omega$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12\ V}{3\ \Omega} = 4\ A$$

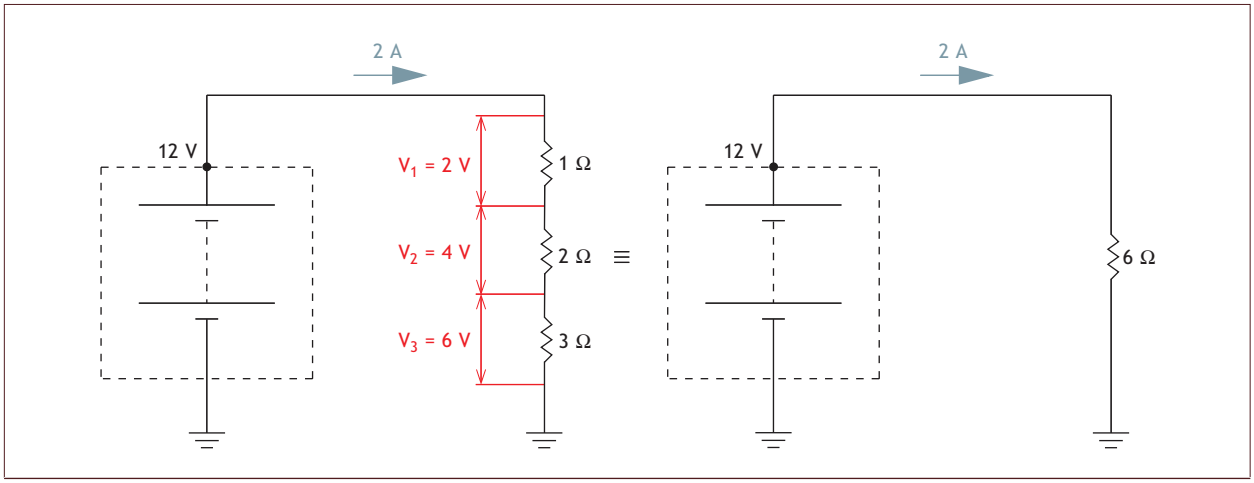
$V = R \cdot I$

$V_1 = 1\ \Omega \cdot 4\ A = 4\ V$

$V_2 = 2\ \Omega \cdot 4\ A = 8\ V$

$12\ V$

b)



2.16. Resolución de un circuito con tres resistencias en serie.

$$R_{eq} = 1\ \Omega + 2\ \Omega + 3\ \Omega = 6\ \Omega$$

$$V = R \cdot I$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12\ V}{6\ \Omega} = 2\ A$$

$$V_1 = 1\ \Omega \cdot 2\ A = 2\ V$$

$$V_2 = 2\ \Omega \cdot 2\ A = 4\ V$$

$$V_3 = 3\ \Omega \cdot 2\ A = 6\ V$$

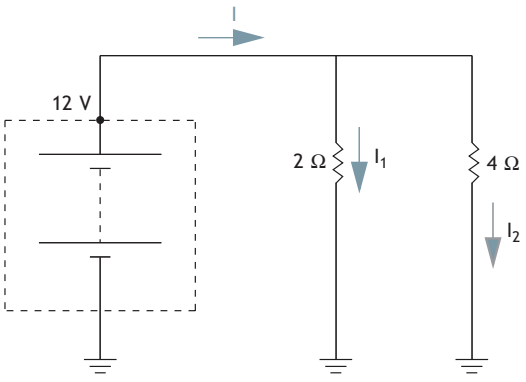
$$12\ V$$

Casos prácticos

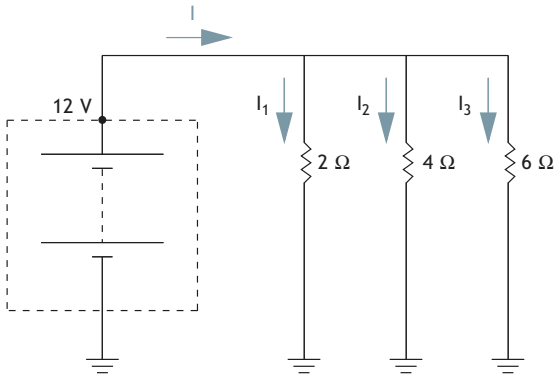
Circuito en paralelo con dos resistencias y tres resistencias

•• Calcula la intensidad y la caída de tensión para cada resistencia en los siguientes circuitos:

a)

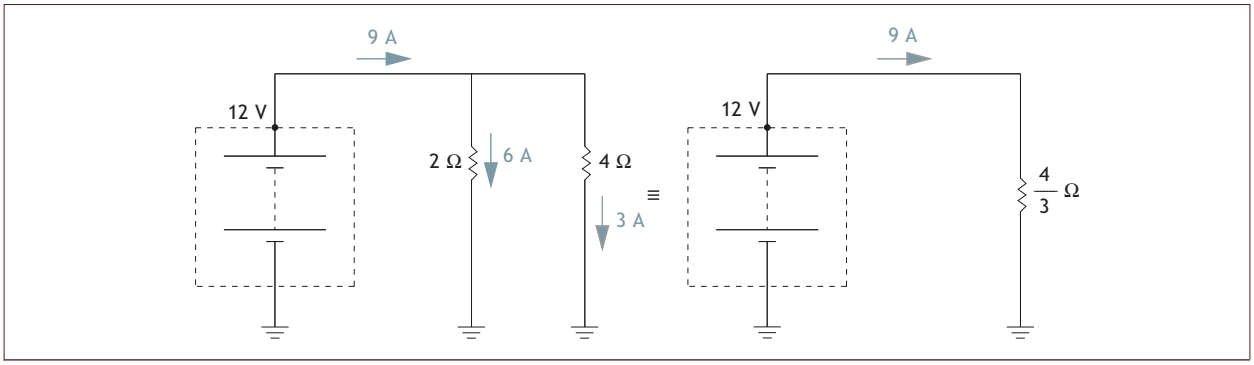


b)



Solución ··

a)



2.17. Resolución de un circuito con dos resistencias en paralelo.

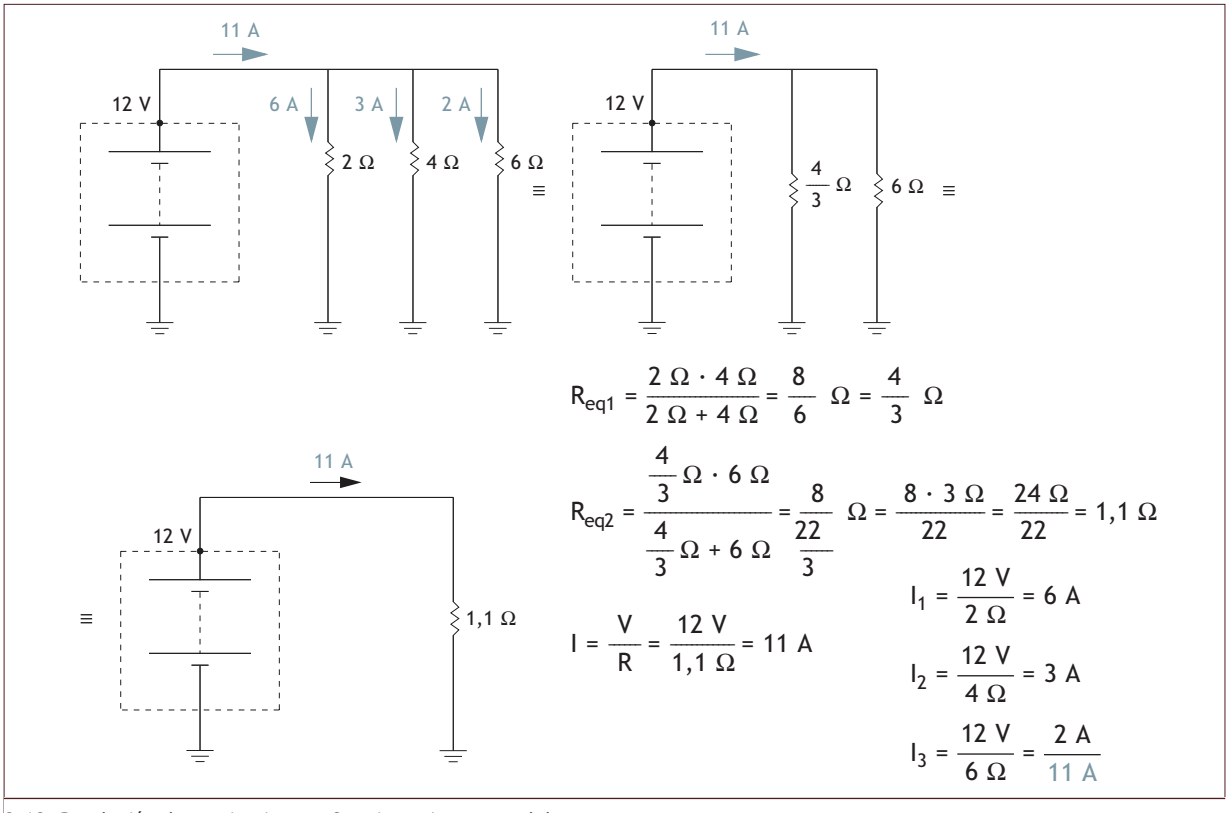
$$R_{eq} = \frac{2\ \Omega \cdot 4\ \Omega}{2\ \Omega + 4\ \Omega} = \frac{8}{6}\ \Omega = \frac{4}{3}\ \Omega \qquad I = \frac{V}{R} = \frac{12\ V}{\frac{4}{3}\ \Omega} = 9\ A$$

$$I_1 = \frac{12\ V}{2\ \Omega} = 6\ A$$

$$I_2 = \frac{12\ V}{4\ \Omega} = 3\ A$$

$$9\ A$$

b)



$$R_{eq1} = \frac{2\ \Omega \cdot 4\ \Omega}{2\ \Omega + 4\ \Omega} = \frac{8}{6}\ \Omega = \frac{4}{3}\ \Omega$$

$$R_{eq2} = \frac{\frac{4}{3}\ \Omega \cdot 6\ \Omega}{\frac{4}{3}\ \Omega + 6\ \Omega} = \frac{8}{\frac{22}{3}}\ \Omega = \frac{8 \cdot 3\ \Omega}{22} = \frac{24\ \Omega}{22} = 1{,}1\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12\ V}{1{,}1\ \Omega} = 11\ A$$

$$I_1 = \frac{12\ V}{2\ \Omega} = 6\ A$$

$$I_2 = \frac{12\ V}{4\ \Omega} = 3\ A$$

$$I_3 = \frac{12\ V}{6\ \Omega} = \frac{2\ A}{11\ A}$$

2.18. Resolución de un circuito con 3 resistencias en paralelo.

En todos los casos prácticos anteriores, tenemos un voltaje en el circuito de 12 V y lo que hemos modificado ha sido el número de resistencias y el tipo de conexión.

Los resultados obtenidos han sido:

Circuito en serie con dos resistencias de 1 Ω y 2 Ω		
	Intensidad	Caída de tensión
1 Ω	4 A	4 V
2 Ω	4 A	8 V
La batería	4 A	12 V
Circuito en serie con tres resistencias de 1 Ω, 2 Ω y 3 Ω		
	Intensidad	Caída de tensión
1 Ω	2 A	2 V
2 Ω	2 A	4 V
3 Ω	2 A	6 V
La batería	2 A	12 V
Circuito en paralelo con dos resistencias		
	Intensidad	Caída de tensión
2 Ω	6 A	12 V
4 Ω	3 A	12 V
La batería	9 A	12 V
Circuito en paralelo con tres resistencias		
	Intensidad	Caída de tensión
2 Ω	6 A	12 V
4 Ω	3 A	12 V
6 Ω	2 A	12 V
La batería	11 A	12 V

Comparando los resultados podemos afirmar que:

> **En los circuitos en serie: cuanto mayor es el número de resistencias en serie, menor es la intensidad que sale de la batería y menor es la tensión que corresponde a cada una de ellas.**
>
> **En los circuitos en paralelo: cuanto mayor es el número de resistencias en paralelo, mayor es la intensidad que sale de la batería manteniéndose la misma tensión e intensidad para cada una de ellas.**

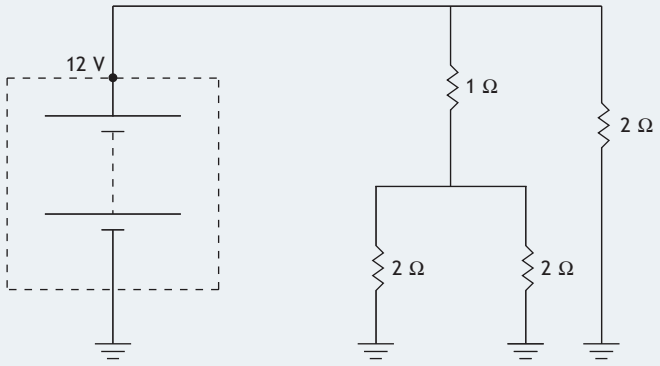
Lo que tenemos debemos repartirlo…

Si la electricidad al iniciar el recorrido dispone de 12 V, y cada vez que pasa a través de una resistencia tiene que pagar con voltios, al aumentar el número de resistencias del circuito, estas tendrán que repartirse los 12 voltios tocándoles menor número de voltios a cada una de ellas.

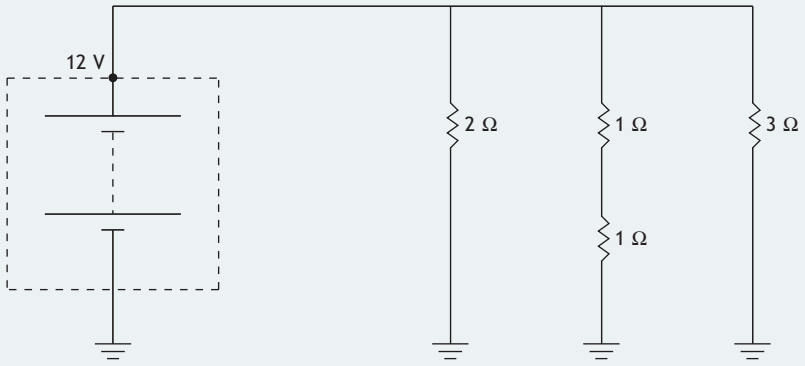
Actividades propuestas

3·· Calcula la caída de tensión y la intensidad que tendremos en cada una de las resistencias de los siguientes circuitos.

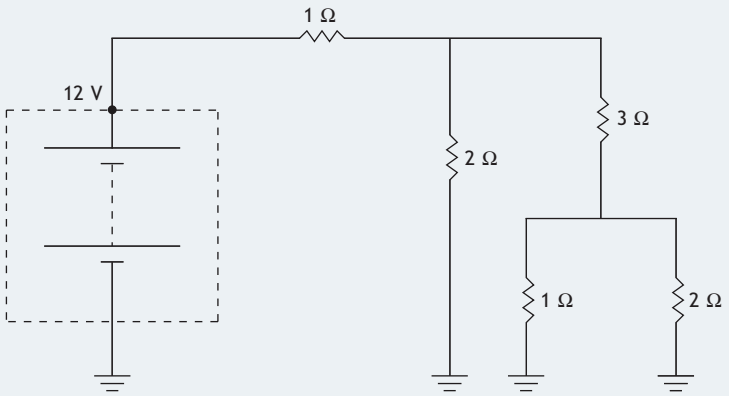
a)



b)



c)



5 >> Lectura de intensidad, resistencia y voltaje con el polímetro

A continuación pasaremos a montar circuitos sobre simuladores eléctricos para, posteriormente, efectuar las lecturas de intensidades, voltajes y resistencias en los mismos. Para realizar estas lecturas deberemos utilizar un polímetro.

En el automóvil tenemos 12 V

Estos simuladores trabajan con 12 V ya que esta es la tensión que tenemos en la batería del automóvil.

Práctica 3

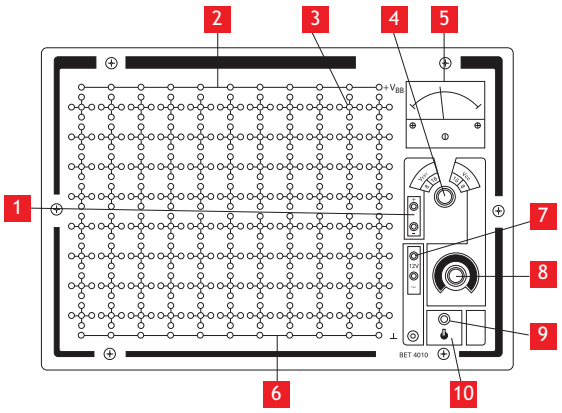
5.1 > El simulador eléctrico

Un simulador eléctrico está constituido por un bastidor que dispone de puntos de conexión y una fuente de alimentación.

En los simuladores específicos de electricidad y electrónica para automóviles, su fuente de alimentación puede trabajar con corriente continua y a una tensión de 12 V.

Por similitud con los circuitos con que se trabaja en el automóvil, estos simuladores tienen una línea conductora en su parte superior correspondiente a los 12 V y otra línea conductora en su parte inferior correspondiente a masa o 0 V.

1. Bornes de salida de 12 - 0 - 12 V CA
2. Línea de alimentación $+V_{BB}$
3. Islas de interconexionado
4. Conmutador de escalas del voltímetro
5. Instrumento de medida
6. Línea de alimentación de masa
7. Bornes de entrada de mediciones exteriores del voltímetro
8. Botón de mando de ajuste de V_{BB}
9. LED de puesta en marcha
10. Interruptor de puesta en marcha



2.19. Simulador eléctrico. Mandos y controles.

Sobre el bastidor se va montando el circuito que queremos realizar. Para ello disponemos de distintos componentes como son componentes eléctricos, componentes electrónicos, interruptores, puentes de cortocircuito y cables de conexión.

Práctica 4

5.2 > El polímetro

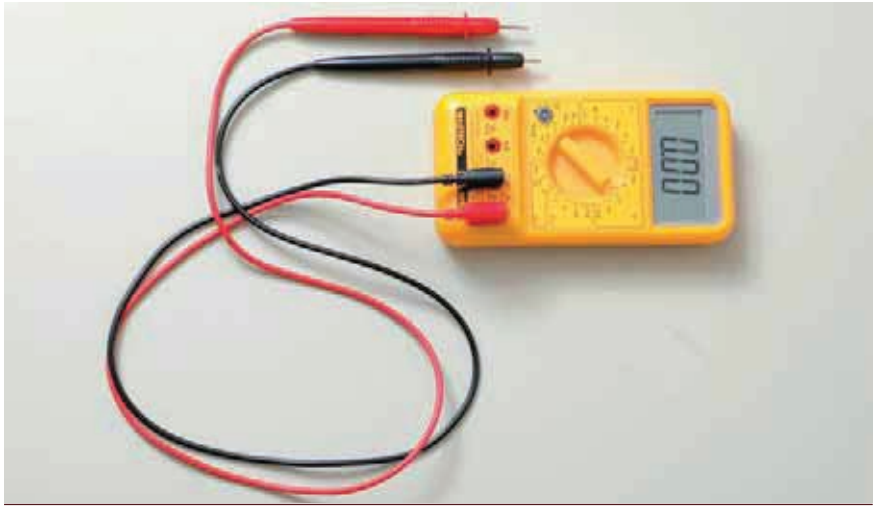
El polímetro, llamado también tester, es un aparato que nos permite medir el voltaje (posición de voltímetro en corriente alterna o en corriente continua), la intensidad (posición de amperímetro en corriente alterna o en corriente continua), la resistencia (posición de ohmímetro) y también suelen llevar una parte para comprobar componentes electrónicos.

Medición del voltaje con el polímetro

Para medir voltaje hay que seguir tres pasos previos:

1.° Colocar el polímetro en la posición de voltímetro de corriente continua (Figura 2.20).

2.° Colocar los conectores de las puntas de prueba en el lugar correspondiente a voltímetro, el negativo o negro en su conector y el positivo o rojo en la posición de voltímetro (Figura 2.21).



2.21. Posición de los conectores de las puntas de prueba para la posición de voltímetro.

3.° **Tener en cuenta la polaridad** al efectuar la medida. **El voltímetro** (posición del polímetro) **se debe colocar en paralelo** con la punta positiva (roja) en el punto de mayor potencial (tensión). Si ponemos al revés las puntas del voltímetro, la lectura que aparecerá tendrá valor negativo.

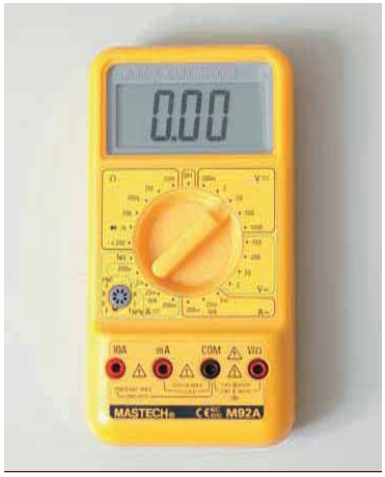
Medición de intensidades con el polímetro

Para medir intensidades se siguen tres pasos previos:

1.° Colocar el polímetro en la posición de intensidad de corriente continua (Figura 2.22).

2.° Colocar los conectores de las puntas de prueba en el lugar correspondiente a intensidad, el negativo o negro en su conector y el positivo o rojo en la posición de amperímetro (Figura 2.23).

2.23. Posición de los conectores de las puntas de prueba para la posición de amperímetro.



2.20. Posición de voltímetro en corriente continua.

2.22. Posición de amperímetro en corriente continua.

Vocabulario

Polaridad: conviene acostumbrarnos a colocar, para efectuar lecturas de voltaje, las puntas de prueba siempre según la polaridad del elemento y de esta manera al leer intensidades habrá menos riesgo de olvidarnos de tener en cuenta su polaridad y, como consecuencia, inutilizar de manera puntual el polímetro hasta que hayamos cambiado su fusible.

El amperímetro siempre en serie

Colocar el amperímetro en serie significa desconectar el circuito en un punto y poner el amperímetro en medio del circuito para obligar a la electricidad a pasar por su interior.

3.° **Tener en cuenta la polaridad** al efectuar la medida. **El amperímetro** (posición del polímetro) **se debe colocar en serie** con la punta positiva (roja) en el lado por donde entra la intensidad al amperímetro. Si ponemos al revés las puntas del amperímetro se nos fundirá el fusible que lleva el polímetro en su interior.

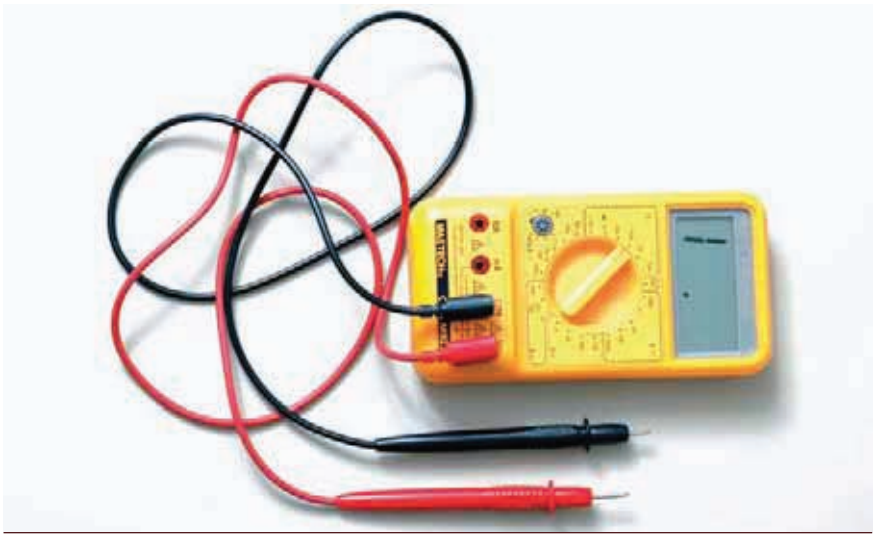
Medición de resistencias con el polímetro

Para medir resistencias, debemos seguir tres pasos previos:

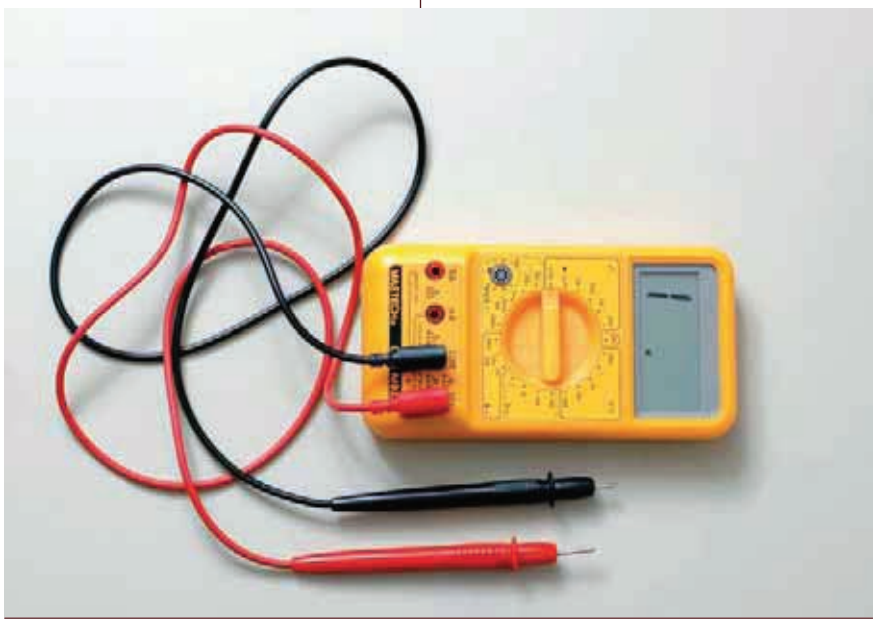
1.° Colocar el polímetro en la posición de ohmímetro (Figura 2.24).

2.° Colocar los conectores de las puntas de prueba en el lugar correspondiente a ohmímetro que coincide con las conexiones del voltímetro (Figura 2.25).

2.24. Posición de ohmímetro.



2.25. Posición de los conectores de las puntas de prueba para la posición de ohmímetro.



2.26. Símbolo de sonido.

3.° **No hay que tener en cuenta la polaridad**, ya que la medida se debe efectuar sin que la resistencia esté sometida a ninguna tensión. **El ohmímetro** (posición del polímetro) **se debe colocar en paralelo** con las resistencias que queremos medir.

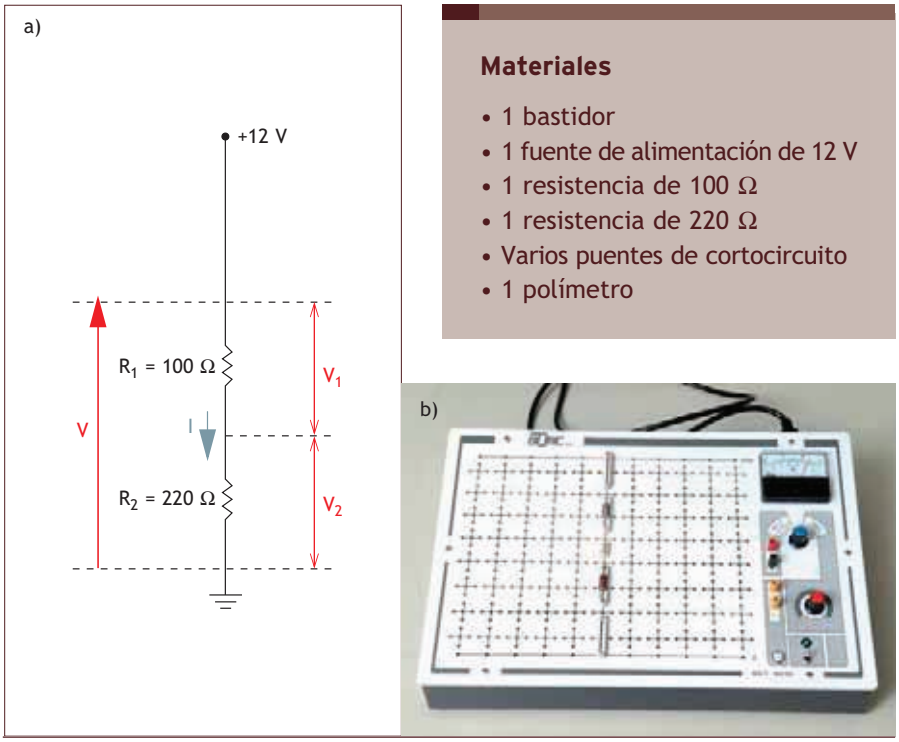
Hay una medida que efectuaremos mucho y que es un caso particular del ohmímetro: la prueba de continuidad (Figura 2.26). Para efectuar esta prueba seguiremos los mismos pasos que hemos realizado con el ohmímetro pero colocaremos su selector en una única posición que es la que aparece el símbolo de sonido. En el caso en que exista continuidad entre dos puntos, el polímetro pitará.

Técnica

Circuito serie

•• El objetivo de esta práctica es aprender a realizar el montaje de resistencias en serie, así como afianzarnos en la utilización del polímetro efectuando las lecturas de los valores de los voltajes, de las intensidades y de las resistencias equivalentes.

Desarrollo •• Empezaremos conectando en serie las dos resistencias, una de 100 Ω y la otra de 220 Ω. Para ello las colocaremos sobre el bastidor con puentes de cortocircuito entre ellas y entre cada uno de sus extremos y las líneas de alimentación de +12 V y 0 V o masa (Figura 2.27.b).



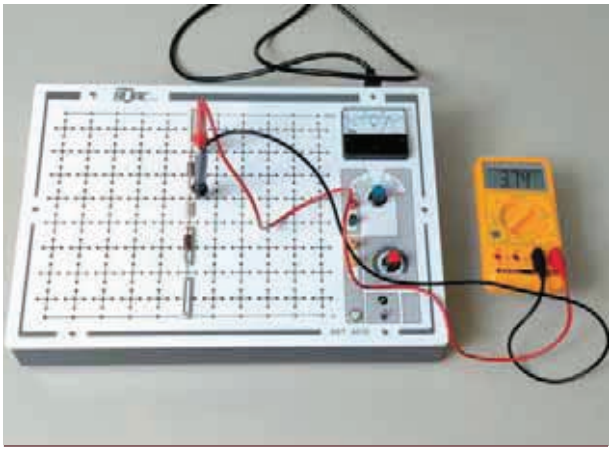
2.27. Dos resistencias en serie. **a.** Esquema eléctrico. **b.** Simulador.

Materiales

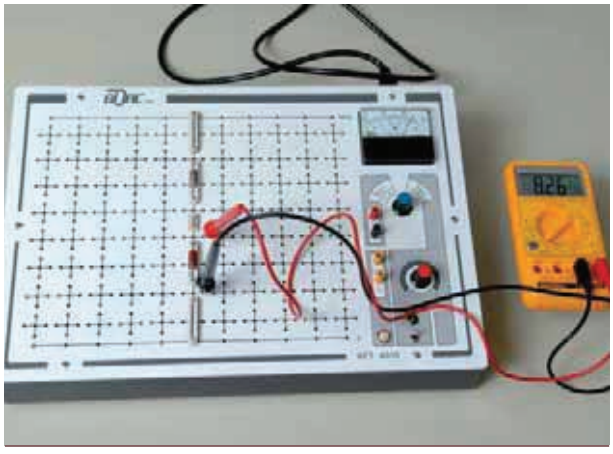
- 1 bastidor
- 1 fuente de alimentación de 12 V
- 1 resistencia de 100 Ω
- 1 resistencia de 220 Ω
- Varios puentes de cortocircuito
- 1 polímetro

A continuación pasaremos a efectuar las lecturas del voltaje y de la intensidad para cada resistencia del circuito. Para ello utilizaremos el polímetro.

En primer lugar mediremos las tensiones V_1 y V_2 colocando las puntas según vemos en las Figuras 2.28.a y 2.28.b.

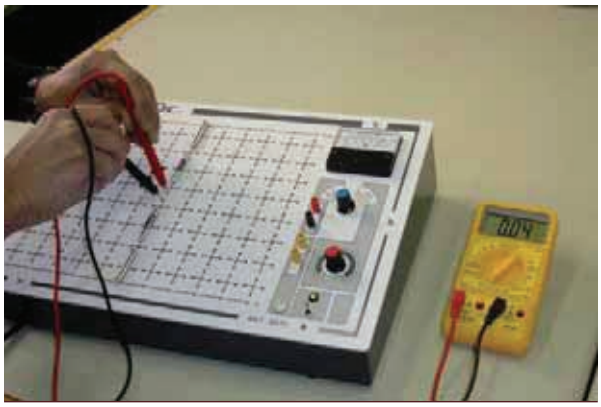


2.28.a. Medición de la tensión V_1.



2.28.b. Medición de la tensión V_2.

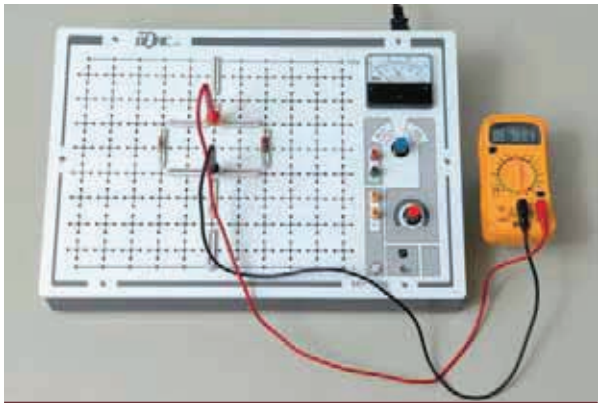
De los resultados de las mediciones anteriores comprobamos que la suma de V_1 más V_2 nos da la tensión de la fuente de alimentación, 12 V.



2.29. Medición de la intensidad.

A continuación pasaremos a realizar la lectura de la intensidad que circula por las resistencias.

Para ello, conectaremos el amperímetro (posición del polímetro) en serie quitando el puente de cortocircuito y poniendo en su lugar el amperímetro (la punta positiva en el lado de mayor potencial (Figura 2.29)).



2.30. Medición de la resistencia equivalente.

Finalmente mediremos el valor de la resistencia equivalente, para ello abriremos el interruptor, dejando el circuito sin voltaje y colocaremos el ohmímetro en paralelo entre los extremos del conjunto de las dos resistencias (Figura 2.30).

A continuación vamos a efectuar una práctica en la que las mediciones se realizan en un circuito en paralelo.

Técnica

Circuito paralelo

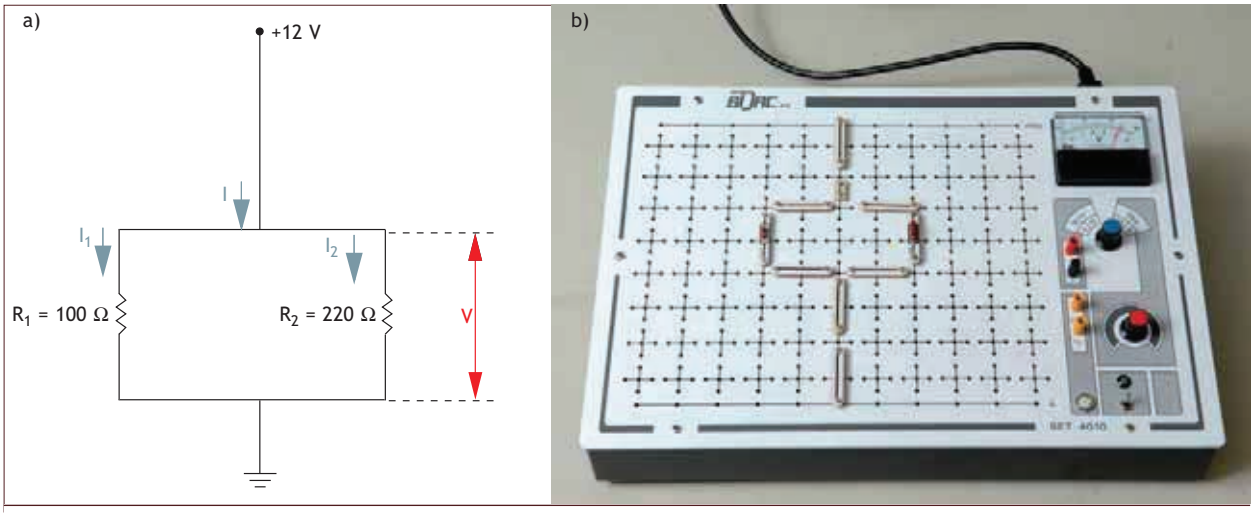
•• El objetivo de esta práctica es aprender a realizar el montaje de resistencias en paralelo, así como afianzarnos en la utilización del polímetro efectuando las lecturas de los valores de las intensidades y la resistencia equivalente.

Empezaremos conectando en paralelo dos resistencias, una de 100 Ω y otra de 220 Ω.

Para ello las colocaremos sobre el bastidor con puentes de cortocircuito entre cada una de ellas y las líneas de alimentación de +12 V y 0 V.

Materiales

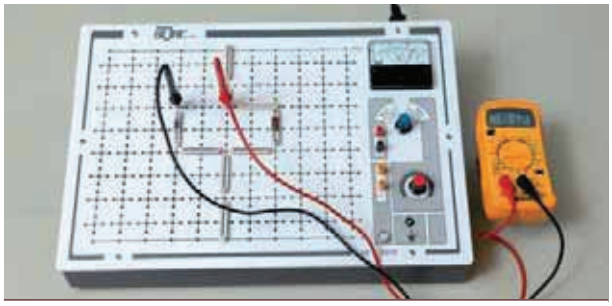
- 1 bastidor
- 1 fuente de alimentación de 12 V
- 1 resistencia de 100 Ω
- 1 resistencia de 220 Ω
- Varios puentes de cortocircuito
- 1 polímetro



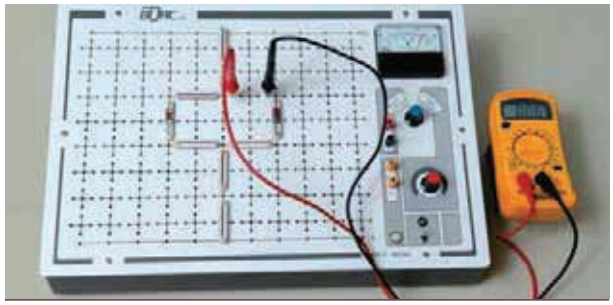
2.31. Dos resistencias en paralelo. **a.** Esquema eléctrico. **b.** Simulador.

A continuación pasaremos a efectuar las lecturas con el polímetro. En este caso no será necesario medir el voltaje de las resistencias ya que coincide con el de la fuente de alimentación.

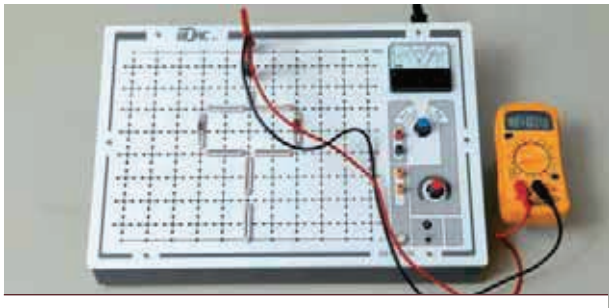
Pasaremos a medir la intensidad que circula por cada resistencia. Para ello colocaremos las puntas de prueba en serie con la resistencia, teniendo en cuenta la polaridad, con lo que quitaremos uno de los puentes de cortocircuito y lo sustituiremos por el amperímetro (posición del polímetro), según vemos en la Figura 2.32.a. Esta operación la realizaremos dos veces, una para cada resistencia (Figura 2.32.b).



2.32.a. Medición de la intensidad I_1.



2.32.b. Medición de la intensidad I_2.



2.33. Medición de la intensidad que sale de la fuente de alimentación I.

Con los resultados obtenidos comprobaremos cómo la intensidad que sale de la fuente de alimentación es igual a la suma de las intensidades de cada resistencia (Figura 2.33).

A continuación mediremos el valor de la resistencia equivalente del circuito.

Para ello, en primer lugar, abriremos el interruptor dejando sin tensión a las resistencias y conectaremos en paralelo el ohmímetro (posición del polímetro) entre los extremos del conjunto de resistencias.

Para finalizar efectuaremos las medidas de las intensidades, voltajes y resistencias sobre una agrupación mixta de resistencias.

Técnica

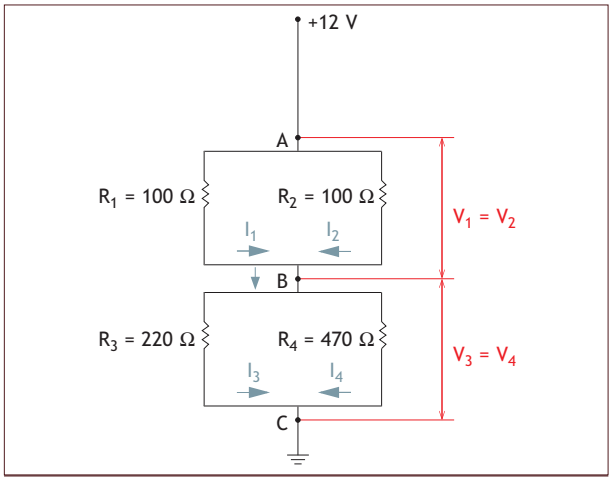
Circuito mixto serie paralelo

•• El objetivo de esta práctica es aprender a realizar el montaje de circuitos mixtos con resistencias en paralelo y en serie, así como afianzarnos en la utilización del polímetro efectuando las lecturas de los valores de las intensidades, voltajes y resistencias equivalentes.

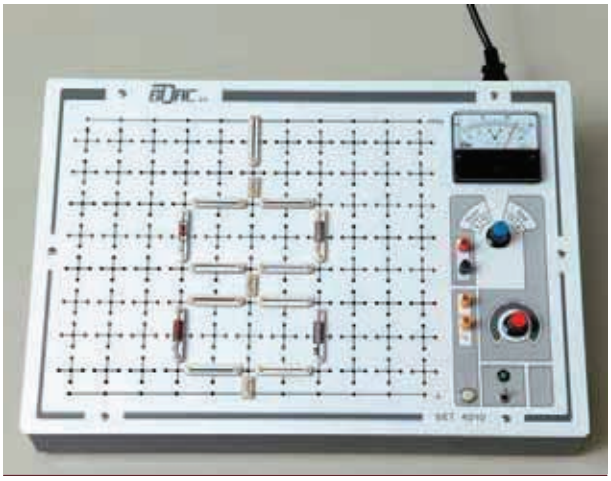
Empezaremos conectando en paralelo las dos resistencias de 100 Ω y a continuación la de 220 Ω en paralelo con la de 470 Ω. Finalizaremos conectando los dos conjuntos en serie entre ellos según vemos en la Figura 2.34.a.

Materiales

- 1 bastidor
- 1 fuente de alimentación de 12 V
- 2 resistencias de 100 Ω
- 1 resistencia de 220 Ω
- 1 resistencia de 470 Ω
- Varios puentes de cortocircuito
- 1 polímetro

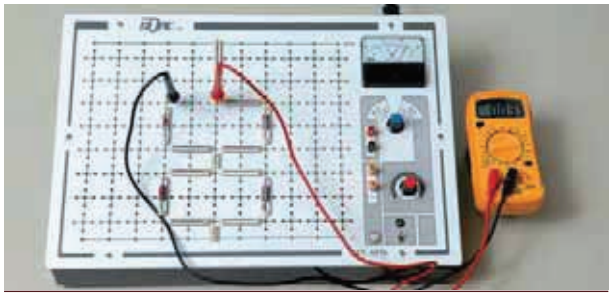


2.34.a. Circuito mixto. Esquema eléctrico.

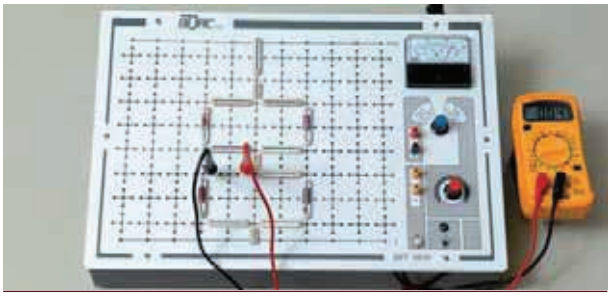


2.34.b. Circuito mixto. Entrenador.

A continuación pasaremos a efectuar las lecturas con el polímetro. Empezaremos a medir la intensidad que circula por cada resistencia. Para ello colocaremos las puntas de prueba en serie con cada una de las resistencias, teniendo en cuenta la polaridad, con lo que quitaremos uno por uno los puentes de cortocircuito de cada resistencia y los sustituiremos por el polímetro, según vemos en las Figuras 2.35.a. y 2.35.b. Esta operación la realizaremos cuatro veces, una para cada resistencia.



2.35.a. Medición de la intensidad I_1.

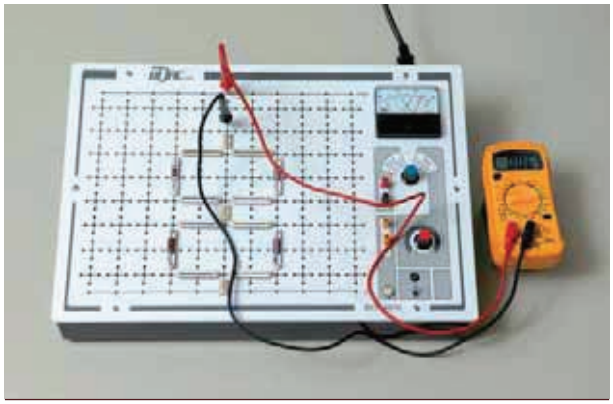


2.35.b. Medición de la intensidad I_3.

Mediremos de la misma forma las intensidades I_2 y I_4.

A continuación sustituiremos el puente de cortocircuito entre la línea de alimentación V_{BB} y las de resistencias en paralelo por el amperímetro y mediremos la intensidad que circula, que corresponde a la intensidad que sale de la fuente de alimentación.

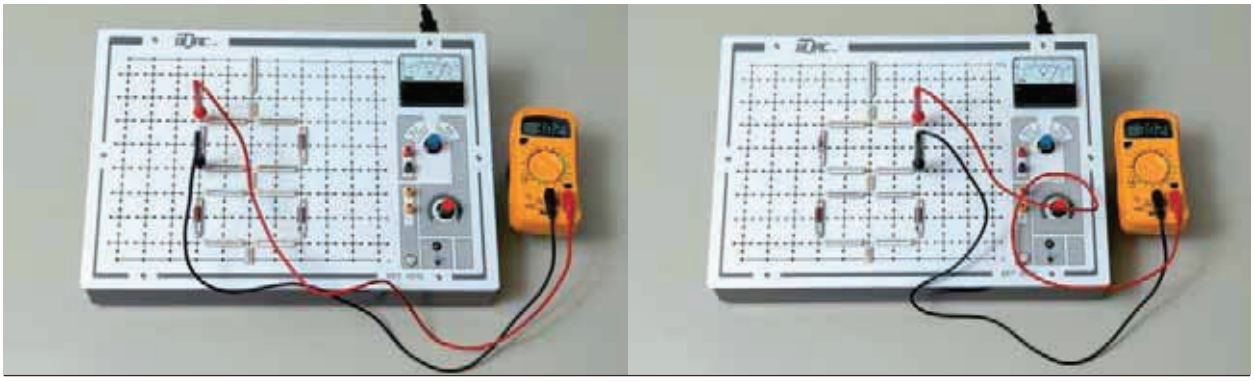
La intensidad que sale de la fuente de alimentación deberá ser igual a la suma de intensidades de cada conjunto de resistencias en paralelo, $I_1 + I_2$ y $I_3 + I_4$ (Figura 2.36).



2.36. Intensidad que sale de la fuente de alimentación I.

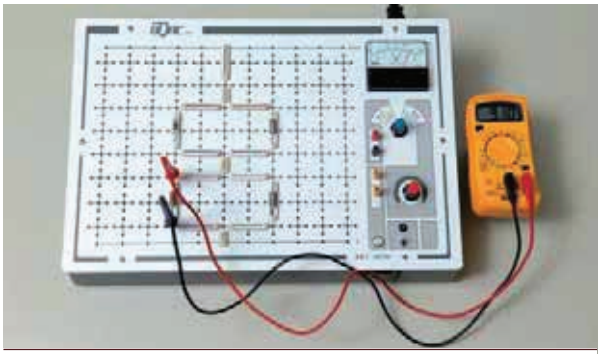
Seguidamente mediremos las caídas de tensión correspondientes a cada resistencia del circuito:

- Resistencia de 100 Ω: colocaremos las puntas de prueba del voltímetro en los puntos A y B teniendo en cuenta la polaridad (en el punto A la punta positiva o roja y en el punto B la punta negativa o negra, Figura 2.34.a y Figura 2.37).



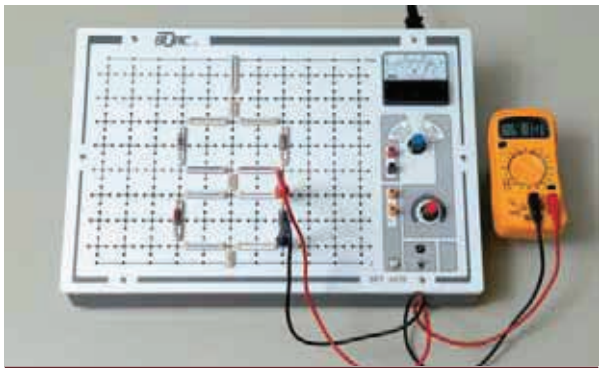
2.37. Medición del voltaje de las resistencias de 100 Ω.

- Resistencia de 220 Ω y de 470 Ω: colocaremos las puntas de prueba del voltímetro en los puntos B y C teniendo en cuenta la polaridad (en el punto B la punta positiva o roja y en el punto C la punta negativa o negra Figura 2.38 y Figura 2.39).



2.38. Medición del voltaje de las resistencias de 220 Ω.

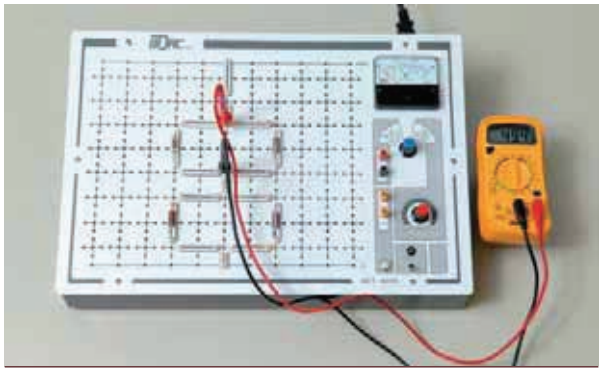
De este modo se puede ver que la suma de caídas de tensión que acabamos de medir será igual a la tensión que nos da la fuente de alimentación, en esta caso igual a 12 V.



2.39. Medición del voltaje de las resistencias de 470 Ω.

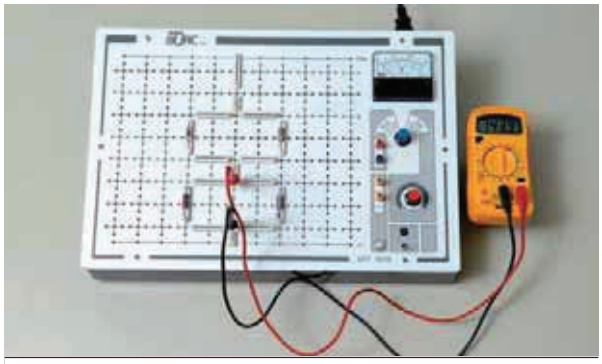
Para finalizar mediremos los valores de las resistencias equivalentes. Para ello deberemos desconectar el circuito y, con el ohmímetro (posición del polímetro) conectado en paralelo, pasaremos a medir:

En primer lugar la resistencia equivalente del conjunto superior (Figura 2.40).



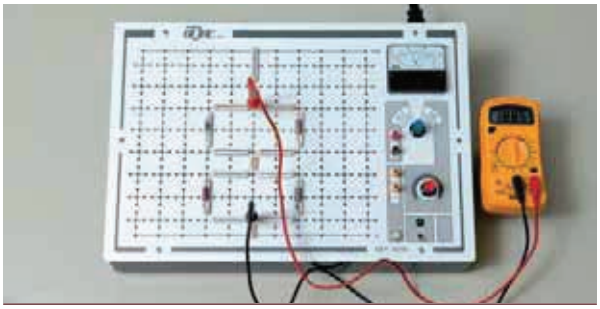
2.40. Medición de la resistencia equivalente de la rama superior.

A continuación la resistencia equivalente de la rama inferior (Figura 2.41).



2.41. Medición de la resistencia equivalente de la rama inferior.

Acabaremos midiendo la resistencia equivalente de todo el conjunto, que deberá ser igual a la suma de las resistencias de cada una de las ramas anteriores (Figura 2.42).



2.42. Medición de la resistencia equivalente total del circuito.

En el apartado 4 de esta unidad didáctica hemos realizado cálculos en circuitos eléctricos, mientras que, en el aparado 5 que acabamos de finalizar, hemos efectuado las mediciones directamente sobre circuitos, llegando a las mismas conclusiones, que son las siguientes.

Para circuitos en serie:

Cuanto mayor es el número de resistencias en serie, menor es la intensidad que sale de la batería y menor es la tensión que corresponde a cada una de ellas.

Para circuitos en paralelo:

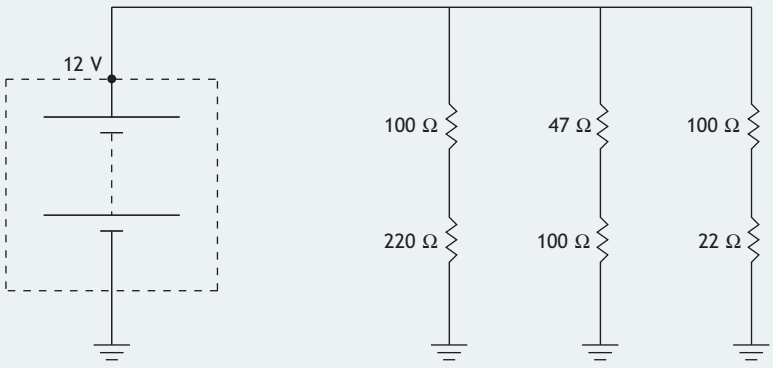
Cuanto mayor es el número de resistencias en paralelo, mayor es la intensidad que sale de la batería, manteniéndose la misma tensión para cada una de ellas.

Ya somos unos expertos

Una vez realizadas todas las prácticas de esta unidad didáctica, podemos afirmar que nos hemos convertido en unos expertos en la medición de resistencias, voltajes e intensidades.

Actividades propuestas

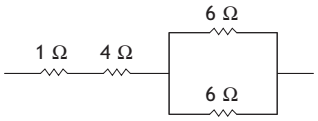
4·· Realiza el siguiente montaje sobre el entrenador didáctico y mide en él las caídas de tensión y las intensidades correspondientes a cada resistencia, así como las resistencias equivalentes a cada conjunto y al global.



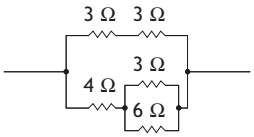
Actividades finales

1·· Calcula las resistencias equivalentes de los siguientes esquemas:

a)

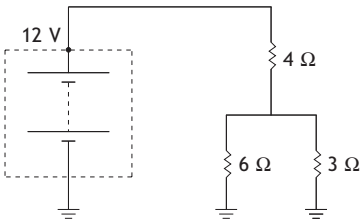


b)

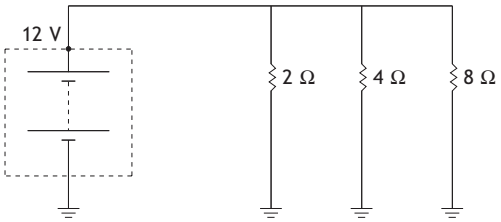


2·· Calcula, en los siguientes circuitos, las caídas de tensión y las intensidades correspondientes a las distintas resistencias:

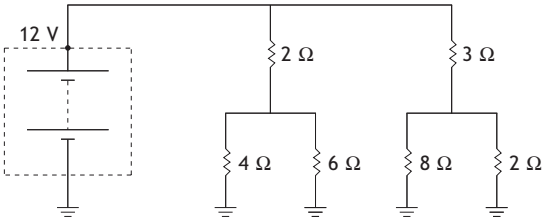
a)



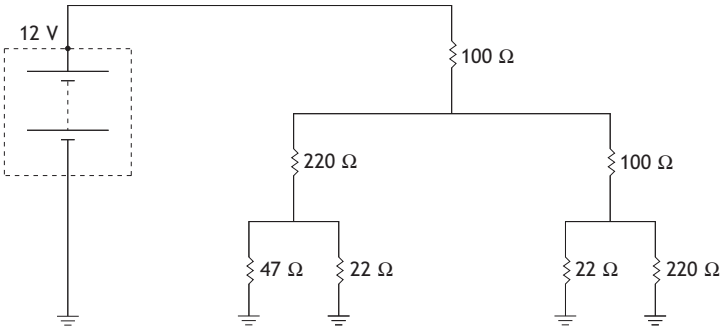
b)



c)



3·· Realiza el siguiente montaje sobre el entrenador didáctico y mide en él las caídas de tensión y las intensidades correspondientes a cada resistencia, así como las resistencias equivalentes a cada conjunto y al global.



Caso final

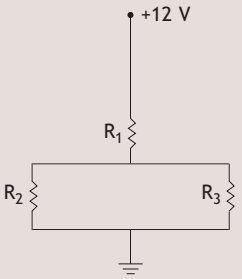
Dos formas distintas de obtener el mismo resultado

•• Queremos conocer las caídas de tensión y las intensidades que corresponden a cada resistencia del siguiente circuito así como la resistencia equivalente total:

$R_1 = 220\ \Omega$

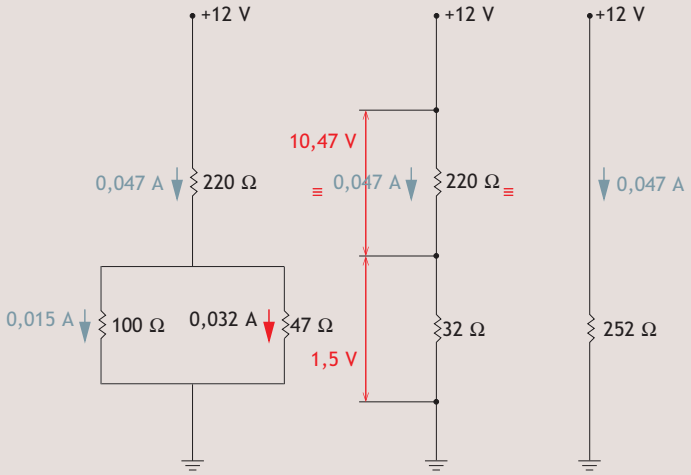
$R_2 = 100\ \Omega$

$R_3 = 47\ \Omega$



Solución •• Para resolver este circuito utilizaremos los dos métodos estudiados:

- Cálculo del circuito: empezaremos realizando la simplificación del circuito para, posteriormente pasar a realizar el cálculo de intensidades y caídas de tensión.



$$R_{eq1} = \frac{100\ \Omega \cdot 47\ \Omega}{100\ \Omega + 47\ \Omega} = \frac{4.700}{147} = 31{,}97\ \Omega \approx 32\ \Omega$$

$$R_{eq2} = 220\ \Omega + 32\ \Omega = 252\ \Omega$$

$$V_1 = R_1 \cdot I = 220\ \Omega \cdot 0{,}047\ \Omega = 10{,}47\ V$$

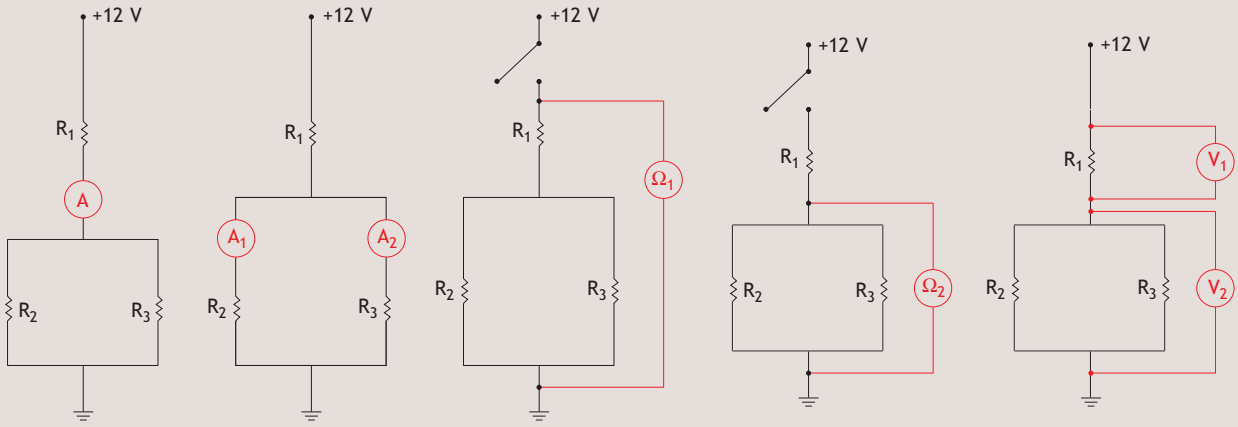
$$V_2 = 32\ \Omega \cdot 0{,}047\ \Omega = \frac{1{,}5\ V}{11{,}97\ V}$$

$$I = \frac{12\ V}{252\ \Omega} = 0{,}047\ A$$

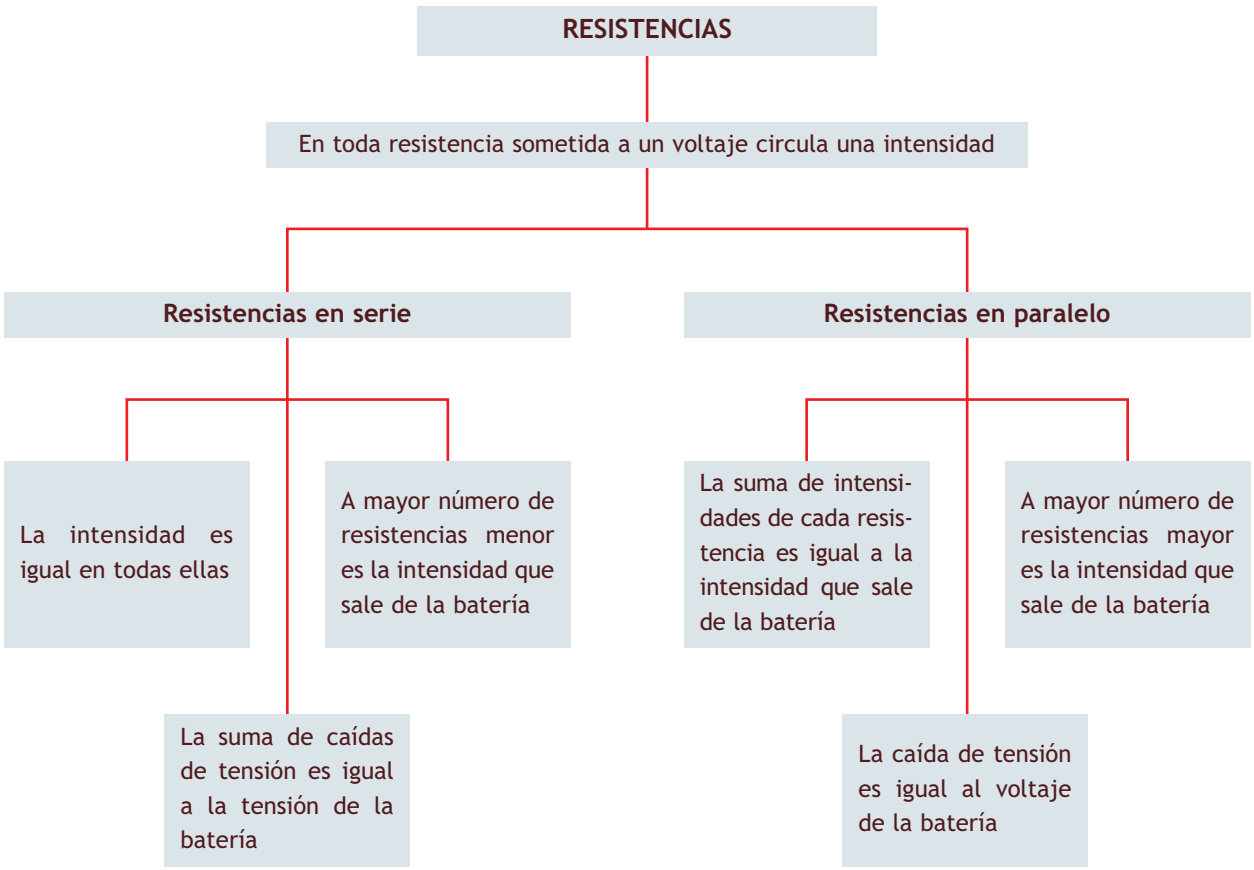
$$I_1 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{1{,}5\ V}{100\ \Omega} = 0{,}015\ A$$

$$I_2 = \frac{V_2}{R_3} = \frac{1{,}5\ V}{47\ \Omega} = \frac{0{,}032\ A}{0{,}047\ A}$$

- Medición de las resistencias equivalentes, de las caídas de tensión y de las intensidades con el polímetro.



Ideas clave


RESISTENCIAS
En toda resistencia sometida a un voltaje circula una intensidad
Resistencias en serie
Resistencias en paralelo
La intensidad es igual en todas ellas
A mayor número de resistencias menor es la intensidad que sale de la batería
La suma de caídas de tensión es igual a la tensión de la batería
La suma de intensidades de cada resistencia es igual a la intensidad que sale de la batería
A mayor número de resistencias mayor es la intensidad que sale de la batería
La caída de tensión es igual al voltaje de la batería

George Simon Ohm

(1789-1854)

Este físico y matemático alemán nació el 16 de marzo de 1789 en Erlangen, Bavaria. George Ohm perteneció a una familia numerosa, pero como era normal en aquellos tiempos, muchos de sus hermanos murieron durante la infancia, así que de los siete hijos que el matrimonio Ohm trajo al mundo, solo tres sobrevivieron.

A la edad de 16 años fue a la Universidad de Erlangen, donde al parecer se desinteresó por sus estudios, lo cual aceleró su marcha de la universidad después de un año y medio. Debido al gran descontento de su padre, Ohm fue enviado a Suiza, donde en septiembre de 1806 obtuvo una plaza de maestro de matemáticas en una escuela de Gottstadt.

En abril de 1811 decide volver a Erlangen, donde recibe el doctorado el 25 de octubre de ese mismo año e inmediatamente empieza a impartir clases en la universidad.

Después de pasar por diferentes escuelas, será el 11 de septiembre de 1817 cuando reciba una gran oportunidad como maestro de matemáticas y física en el Liceo Jesuita de Colonia. Esta escuela contaba con su propio laboratorio de física para poder llevar a cabo sus investigaciones.

Usando los resultados de sus experimentos y con los recursos construidos por él mismo, fue capaz de definir la relación fundamental entre voltaje, corriente, y resistencia. Esta relación conocida hoy como Ley de Ohm apareció publicada en 1827 en un libro llamado *Die galvanische Kette, mathematisch bearbeitet* en el que expone toda su teoría sobre la electricidad. Toda esta teoría se considera la base fundamental para el análisis de los circuitos eléctricos.

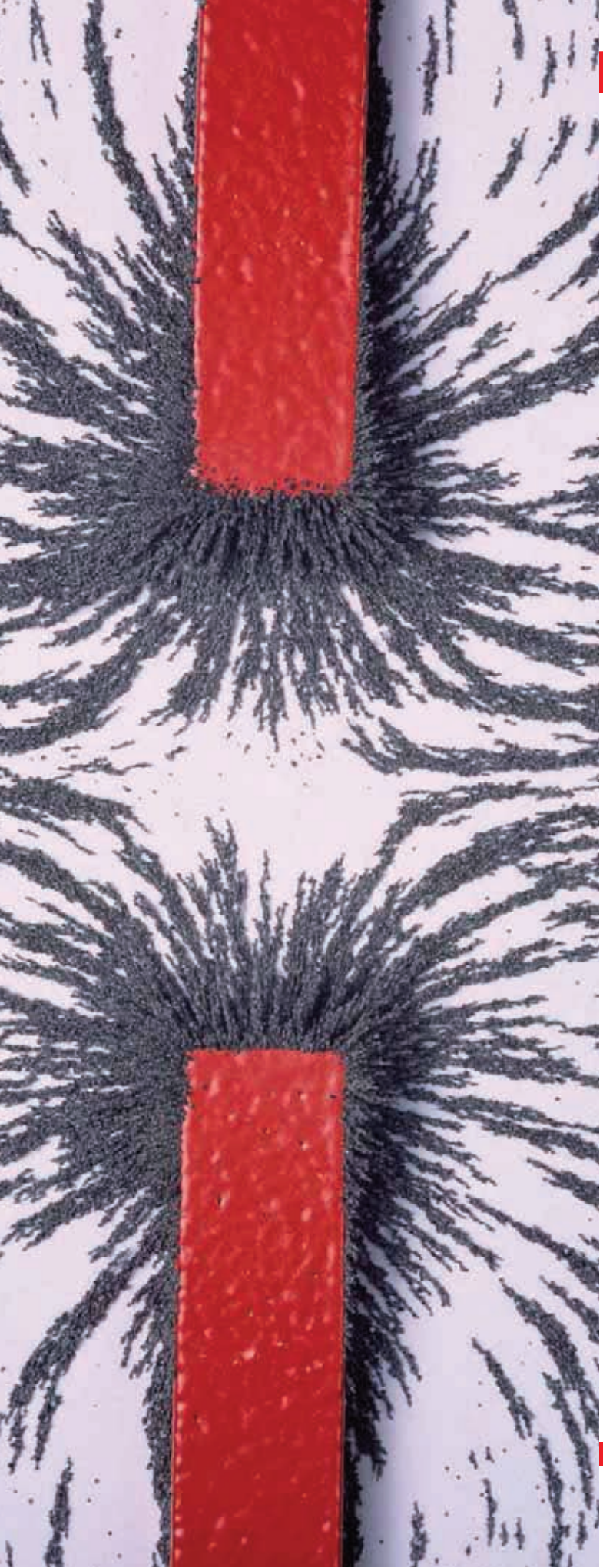
Sin embargo su trascendental descubrimiento no fue reconocido por parte de los físicos de la época, y entre la comunidad científica alemana sus trabajos fueron acusados de una excesiva formalización matemática.

Fue en 1841 cuando la Royal Society reconoció el mérito que tenían sus trabajos de investigación y le concedieron la medalla Copley.

En 1849 George Simon Ohm logró por fin ver realizado el sueño de toda su vida al ser nombrado catedrático de física en la propia Universidad de Munich.

Siguió experimentando en el campo de la acústica fisiológica, la mecánica y la óptica y el 6 de julio de 1854, fallecía a la edad de 65 años en Munich.

En honor a su memoria, veintisiete años después de su muerte, en la Exposición Internacional de Electricidad efectuada en París, en 1881, se adoptó el *ohm* y su símbolo Ω, letra griega omega, como unidad de medida de la resistencia eléctrica.



unidad 3

Magnetismo

SUMARIO

- El campo magnético
- Electromagnetismo
- Bobina
- Relé electromagnético

OBJETIVOS

- Identificar los efectos del magnetismo.
- Comprender el funcionamiento de los electroimanes.
- Conocer las leyes fundamentales del electromagnetismo.
- Valorar la función de una bobina y de un relé electromagnético.
- Entender el funcionamiento de un relé electromagnético.

1 >> Los imanes

En la naturaleza nos encontramos con un sinfín de materiales con propiedades muy distintas unos de otros. Los imanes son unos materiales con una característica muy especial:

Un imán es un material que atrae a otros materiales con alto contenido en hierro.

1.1 > Polos magnéticos

Polos magnéticos son los puntos de un imán donde la fuerza ejercida sobre el hierro es mayor. Existen dos polos, el norte y el sur.

Una característica fundamental de los polos magnéticos es la siguiente:

Los polos del mismo signo se repelen mientras que polos de signo contrario se atraen.

¿Qué pasa al dividir un imán?

Si cogemos un imán y lo cortamos por la mitad, en los dos trozos resultantes seguirán apareciendo los dos polos, el norte y el sur.

Cada uno de los imanes, eso sí, habrá perdido fuerza de atracción.

Técnica

La fuerza de los imanes

Materiales

- Limaduras de hierro
- 2 imanes
- 50 cm de cuerda fina
- Hoja de papel transparente

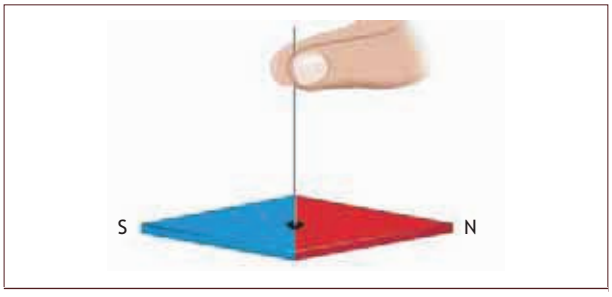
•• Con esta experiencia se pretende comprobar la atracción del imán sobre el hierro, la localización de los dos polos magnéticos y la fuerza de repulsión o atracción entre polos de igual o distinto signo, así como conocer a qué se debe el nombre de polo norte y polo sur en un imán.

Desarrollo •• Para comenzar se espolvorean las limaduras de hierro sobre una hoja de papel transparente y, por la parte posterior de esta, se coloca un imán.

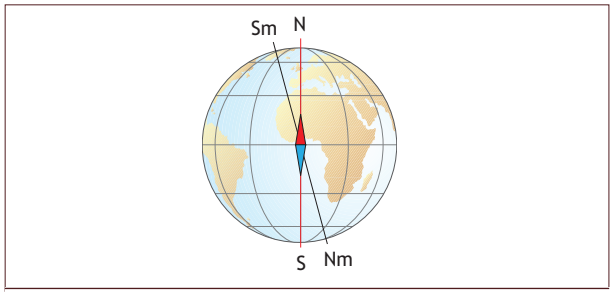
En estas condiciones, se observa que las limaduras de hierro se concentran en dos puntos. Estos dos puntos son los polos magnéticos del imán (Figura 3.1.).

Se suspende ahora el imán del extremo de la cuerda, se puede comprobar, que tiende a orientarse. Uno de los polos magnéticos, que señala hacia el polo norte terrestre, lo definiremos como **polo norte** y el otro, se orienta hacia el polo sur terrestre, lo definiremos como **polo sur** (Figuras 3.2.a. y 3.2.b.).

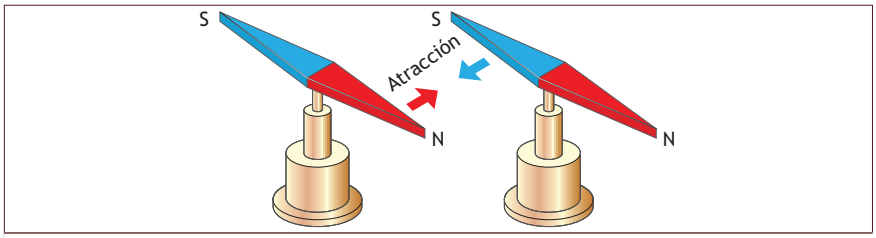
3.1. Polos magnéticos.



3.2.a. Imán suspendido por un hilo.



3.2.b. Polos magnéticos terrestres.



3.3. Atracción entre polos distintos.

Ahora trabajamos con los dos imanes acercándolos (Figura 3.3.).
Puede observarse que por uno de sus polos se atraen fuertemente, mientras que al invertir uno de los imanes, se repelen y cuesta acercarlos.

1.2 > Campo magnético. Representación gráfica

Denominamos campo magnético al espacio en el que se manifiestan fuerzas de origen magnético. En otras palabras, es el espacio hasta donde alcanza la fuerza del imán.

Técnica

Las líneas de fuerza de un campo magnético

•• Lo que pretendemos con esta experiencia es visualizar las líneas de fuerza del campo magnético para poder relacionar la realidad con la representación gráfica que utilizaremos en adelante.

Materiales

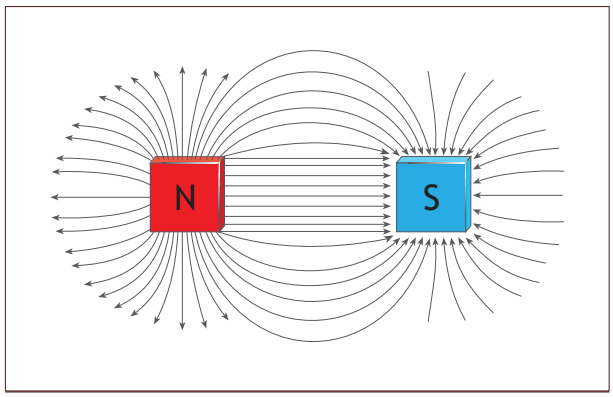
- Limaduras de hierro
- 1 imán
- Hoja de papel transparente

Desarrollo •• Colocamos la hoja de papel sobre el imán y vamos espolvoreando las limaduras de hierro sobre los polos magnéticos del imán. Las limaduras de hierro se irán ordenando en las tres dimensiones, formando unas curvas como las que aparecen en la Figura 3.4.

Estas líneas son las **líneas de fuerza del campo magnético** y nos sirven para representarlo.

En la Figura 3.5, se ha representado un campo magnético mediante sus líneas de fuerza. Las líneas de fuerza tienen un determinado sentido: consideramos que **salen del imán por el polo norte** y **entran por el polo sur.**

3.4. Líneas de fuerza del campo magnético.



3.5. Sentido de las líneas de fuerza de un campo magnético.

1.3 > Permeabilidad magnética

En esta unidad, hasta ahora, se ha estudiado la atracción que produce un campo magnético sobre materiales que contienen hierro.

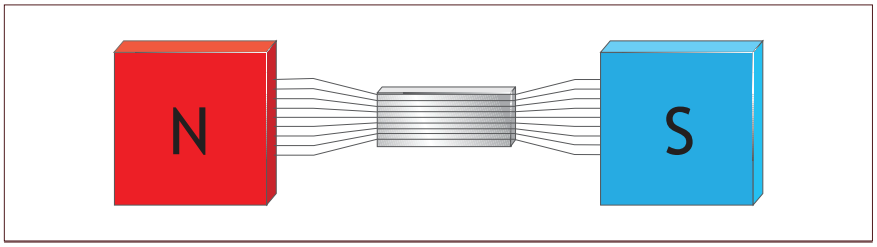
Ahora vamos a ver cómo distintos materiales que se encuentran en el interior de un campo magnético pueden alterar la forma de sus líneas de fuerza.

> **La permeabilidad magnética estudia la variación en la trayectoria de las líneas de fuerza de un campo magnético producida por los materiales situados en su interior, y los clasifica en tres grandes grupos: materiales ferromagnéticos, materiales paramagnéticos y materiales diamagnéticos.**

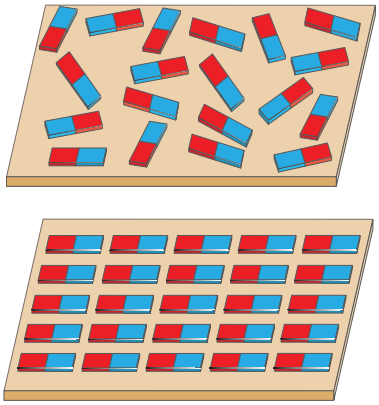
Materiales ferromagnéticos

Los materiales ferromagnéticos son materiales que, estando en el interior de un campo magnético, concentran sus líneas de fuerza, aumentando así el magnetismo del imán (Figura 3.6.).

Algunos ejemplos de materiales ferromagnéticos son el hierro, el acero, el cobalto, el níquel, etc.



3.6. Material ferromagnético.



Imanes elementales

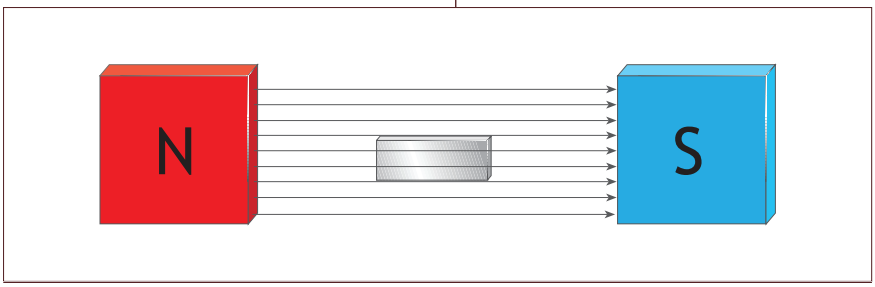
Un imán está formado por pequeños imanes (imanes elementales) ordenados. Un material ferromagnético también está formado por pequeños imanes, pero estos están desordenados.

Cuando un material ferromagnético está en el interior de un campo magnético, sus pequeños imanes se orientan en la misma dirección que el campo magnético exterior aumentando la fuerza del imán.

Materiales paramagnéticos

Los materiales paramagnéticos son materiales que, estando en el interior de un campo magnético, su presencia no altera la trayectoria de las líneas de fuerza, ni por tanto el magnetismo del imán (Figura 3.7.).

Algunos ejemplos de materiales paramagnéticos son el aluminio, el titanio, el estaño blanco, etc.

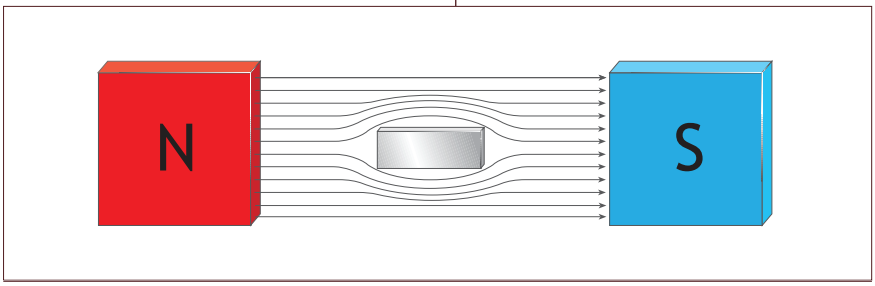


3.7. Material paramagnético.

Materiales diamagnéticos

Los materiales diamagnéticos son materiales que, estando en el interior de un campo magnético, repelen a las líneas de fuerza, disminuyendo el magnetismo del imán (Figura 3.8.).

Algunos ejemplos de materiales diamagnéticos son el cobre, el mercurio, el oro, etc.



3.8. Material diamagnético.

1.4 > Inducción magnética

Se denomina inducción magnética al fenómeno por el que un material ferromagnético queda imantado por el simple hecho de estar en contacto con un imán.

Técnica

Vamos a hacer un imán

•• Lo que pretendemos con esta experiencia es ver cómo quedan retenidas las líneas de fuerza de un campo magnético en un material ferromagnético, antes y después de tenerlo situado en su interior y una vez que ya lo hemos separado.

Materiales

- 1 imán
- Varios clips

Desarrollo •• Cogemos un imán y en uno de sus polos colocamos un clip, acercamos a este otro clip y a continuación un tercero; seguimos con un cuarto, con un quinto, etc. Vamos viendo que un clip atrae al de al lado y este al siguiente haciendo una cadena (Figura 3.9).

3.9. Las líneas de fuerza se desvían a través del clip.

Esto es debido a que las líneas de fuerza del campo magnético se desvían de su trayectoria original y pasan a través del material ferromagnético. Cuando lo alejamos, las líneas de fuerza quedan retenidas durante un período de tiempo en el material ferromagnético convirtiéndose en un imán.

En el mundo del automóvil, trabajaremos con el hierro dulce y el acero como materiales ferromagnéticos. Conviene saber que el comportamiento de estos dos materiales es distinto.

Cuando introducimos el hierro dulce en el interior de un campo magnético, este material se imanta muy rápidamente y, al separarlo, se desimanta también muy rápidamente. Cuando es el acero el que introducimos en el interior de un campo magnético, tarda en imantarse y, al alejarlo, también le cuesta más desimantarse. El magnetismo que el acero conserva durante un tiempo se llama **magnetismo remanente**.

Actividades propuestas

1•• Dibuja las líneas de fuerza del campo magnético terrestre.

2•• Sabemos que las líneas de fuerza salen por el polo norte del imán y entran por el polo sur. ¿Qué sentido crees que tienen por el interior del imán?

3•• Si disponemos de un imán, ¿cómo podemos distinguir su polo norte y su polo sur?

2 >> Electromagnetismo

En anteriores unidades didácticas, se ha estudiado que, cuando pasa electricidad a través de un hilo conductor, este se calienta (efecto Joule) y se produce en el hilo conductor una caída de tensión.

En esta unidad didáctica vamos a estudiar un tercer fenómeno:

> **Siempre que pasa electricidad a través de un hilo conductor, se crea en él un campo magnético.**

Por tanto, ya tenemos tres efectos generados por el paso de la electricidad a través de un hilo conductor:

– Genera calor.
– Produce una caída de tensión.
– Se crea un campo magnético.

2.1 > Campo magnético creado en un hilo conductor

> **Cuando circula una intensidad a través de un hilo conductor, en este, se crea un campo magnético.**

Tengo prisa para obtener un imán

Podemos acelerar el proceso de inducción magnética frotando el material sobre el imán, en la misma dirección.

Técnica

La experiencia de Oersted

•• El objetivo de esta experiencia es comprender cómo el paso de una intensidad a través de un hilo conductor produce un campo magnético, con el fin de posteriormente, aprender a representarlo.

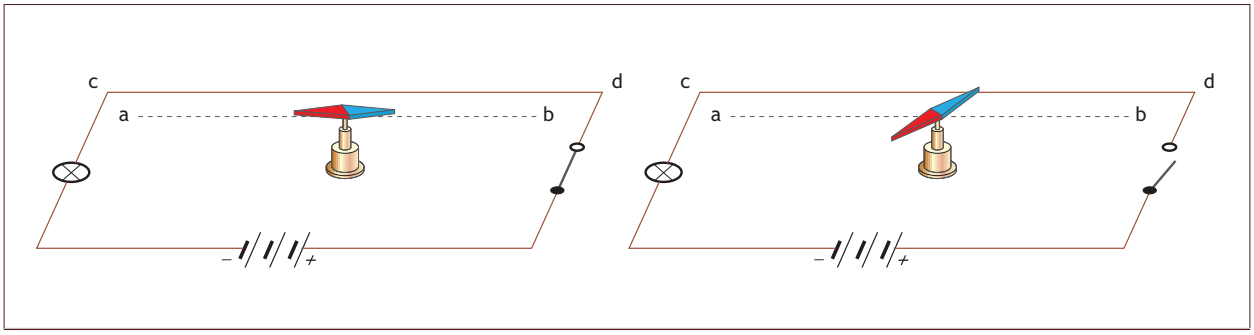
Desarrollo •• Conectamos la batería con los hilos conductores y el interruptor al portalámparas con su lámpara. Es imprescindible colocar la lámpara, ya que si no provocaríamos un cortocircuito.

Con la lámpara encendida, acercaremos la brújula al cable y observaremos como la aguja de esta se desvía (Figura 3.10.a).

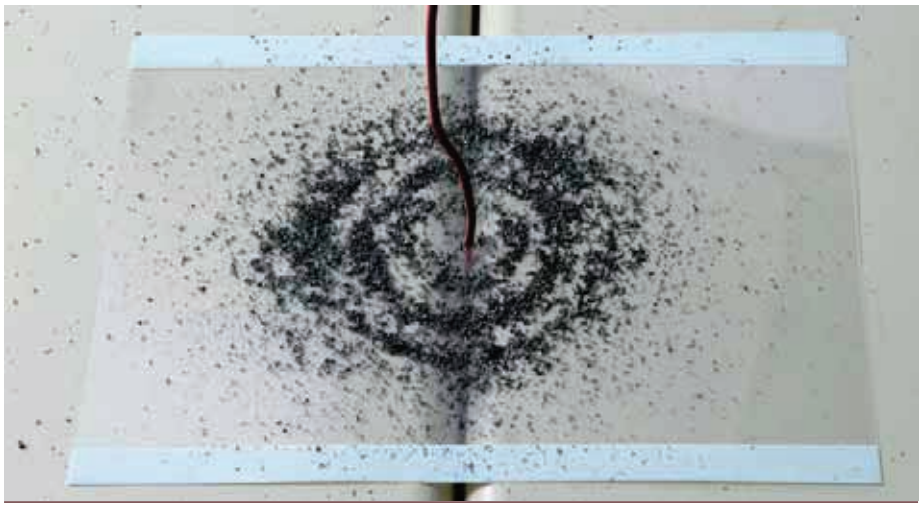
A continuación, cortaremos el paso de la electricidad con el interruptor y veremos como la brújula señala nuevamente al norte terrestre (Figura 3.10.b).

Materiales

- 1 brújula
- 1 batería de 12 v
- 2 hilos conductores de 50 cm
- 1 lámpara con su portalámparas
- 1 interruptor



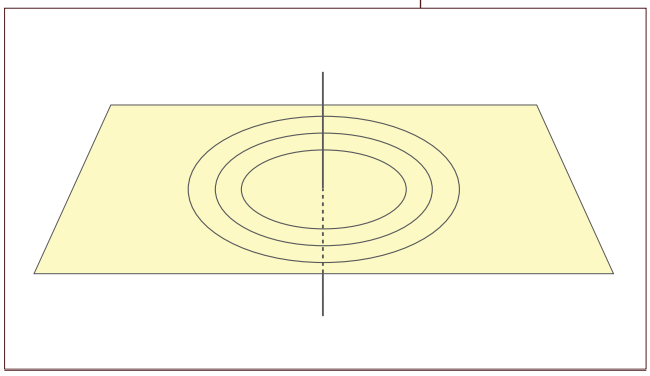
3.10. Variación de la brújula en función del paso de corriente a través del circuito. **a.** Circuito cerrado. **b.** Circuito abierto.



3.11. Campo magnético creado al circular intensidad por un hilo conductor.

A continuación, colocaremos en horizontal una hoja de papel transparente atravesada por el cable del circuito anterior, espolvoreamos sobre ella limaduras de hierro y, con la lámpara encendida para que así circule la intensidad, observaremos cómo las limaduras se ordenan formando líneas concéntricas. Son las líneas de fuerza del campo magnético que se ha generado (Figura 3.11.).

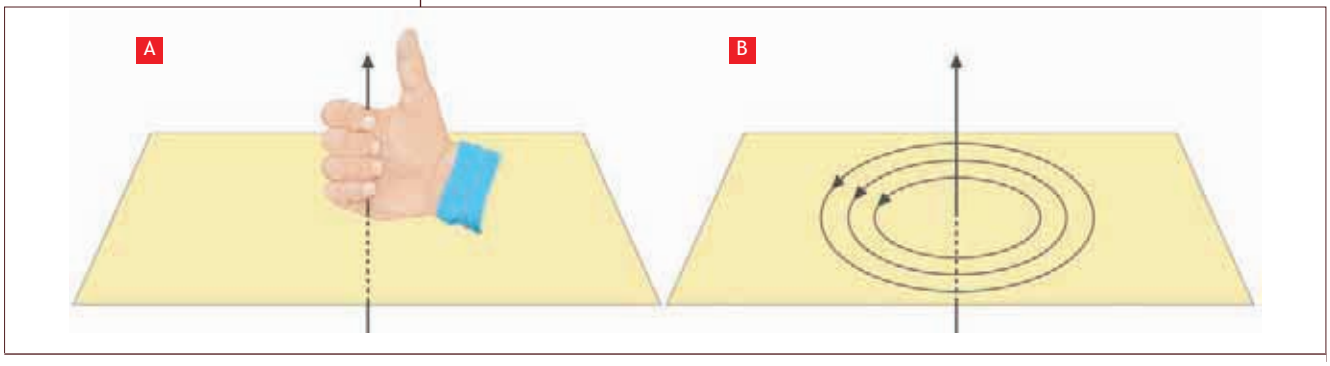
El campo magnético se representa por sus líneas de fuerza que, en este caso, son circulares y concéntricas respecto al hilo conductor (Figura 3.12.).



3.12. Representación del campo magnético en un hilo conductor.

Si queremos aumentar el campo magnético creado, bastará con aumentar la intensidad de la corriente que atraviesa el hilo conductor (la intensidad de la corriente que pasa a través de un hilo conductor puede ser incrementada sometiéndola a un voltaje superior).

Podemos conocer el sentido del campo magnético generado cogiendo el hilo conductor con la mano derecha, según indica la figura 3.13.a., donde el dedo pulgar (su uña es la punta de flecha) indica la dirección de la intensidad de la corriente eléctrica y las uñas del resto de dedos, el sentido de las líneas de fuerza del campo magnético, representado en la figura 3.13.b.

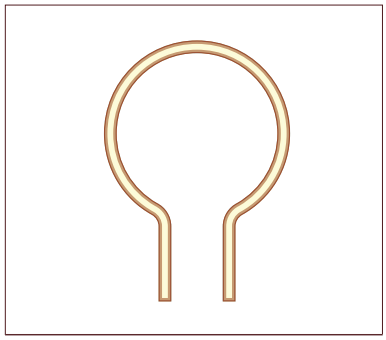


3.13. Sentido de las líneas de fuerza del campo magnético generado en un hilo conductor por el paso de una intensidad. **a.** Cómo conoceremos el sentido. **b.** Representación gráfica.

2.2 > Campo magnético creado en una espira

Una espira es un hilo conductor al que le hemos dado forma circular, manteniendo los extremos separados, según podemos apreciar en la Figura 3.14.

En unidades didácticas posteriores representaremos la espira con forma rectangular.



3.14. Espira.

Técnica

La electricidad y su campo magnético

•• El objetivo de esta práctica es poder visualizar dos cosas:

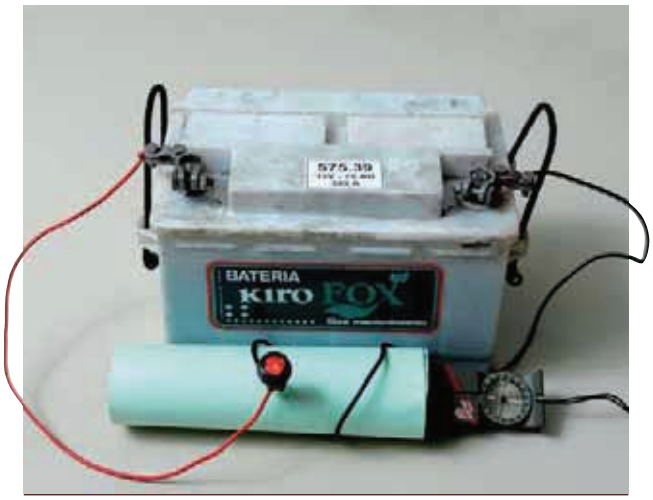
- En primer lugar el campo magnético que genera la electricidad a su paso por una espira.
- Y en segundo lugar, cómo varían los polos magnéticos creados a ambos lados de la espira al cambiar el sentido de la intensidad de la corriente que la recorre.

Materiales

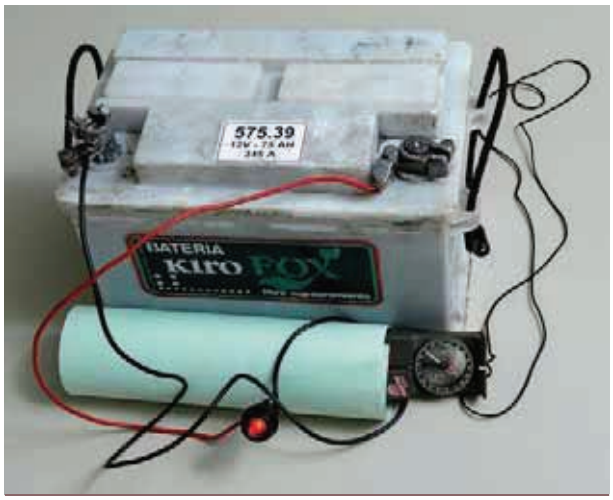
- Cartulina
- 1 brújula
- 1 batería de 12 v
- 2 hilos conductores de 50 cm
- 1 lámpara

Desarrollo •• Sobre una cartulina, daremos una vuelta al hilo conductor (espira) y lo conectaremos a través de la lámpara a la batería (Figura 3.15.).

Acercamos la brújula y veremos que, en una cara de la espira, la brújula señala el polo norte.



3.15. Campo magnético generado en la espira.



3.16. Campo magnético generado en la espira al cambiar el sentido de la intensidad que la recorre.

A continuación cambiaremos la polaridad de la corriente y, al acercar de nuevo la brújula, veremos que se han invertido los polos magnéticos creados (Figura 3.16.).

Cambio de polaridad de corriente

Sólo en corriente continua podemos cambiar la polaridad de la corriente. Para ello, ponemos el extremo de la espira que antes estaba en el polo + en el polo - y viceversa.

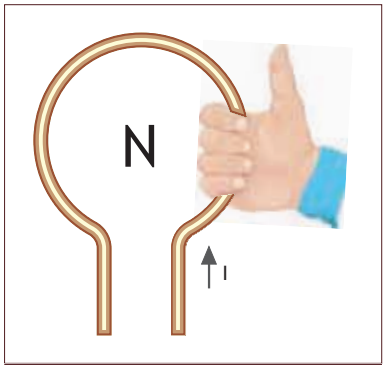
Al pasar electricidad a través de una espira, se produce en ella un campo magnético, ya que es un hilo conductor. Para saber el sentido del campo magnético generado, tendremos en cuenta dos conceptos ya estudiados:

– Al coger el hilo conductor con la mano derecha y con el dedo índice en la dirección de la corriente, el resto de los dedos (uñas) nos indican el sentido de las líneas de fuerza del campo magnético generado.
– Las líneas de fuerza de un campo magnético salen por el polo norte y entran por el polo sur.

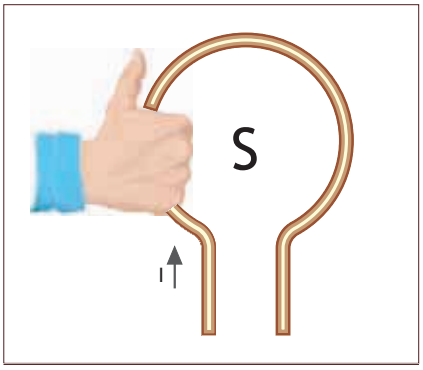
Aplicando estos dos principios sobre la espira, vemos que, al cogerla con la mano derecha según el sentido de la corriente que la atraviesa, por una de sus caras salen los dedos (Figura 3.17.a.), esta cara será el polo norte, mientras que la cara por la que entran, será el polo sur (Figura 3.17.b.).

Fijándonos en el sentido de la corriente podemos simplificar diciendo:

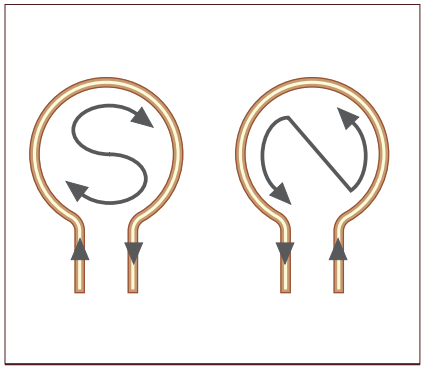
Cuando la corriente recorre la espira siguiendo el sentido de giro de las agujas del reloj, el polo magnético generado es el sur (Figura 3.18.) mientras que, si la intensidad circula en sentido contrario a las agujas del reloj, el polo magnético generado es el norte.



3.17.a. Cara de la espira por donde salen los dedos de la mano derecha.

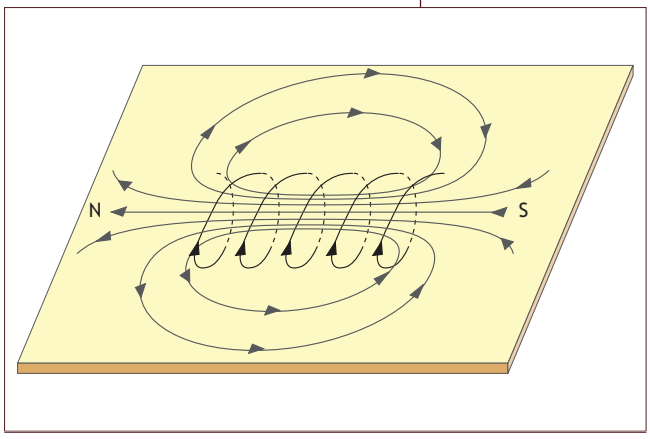


3.17.b. Cara de la espira por donde entran los dedos de la mano derecha.



3.18. Polos magnéticos creados en una espira.

También aquí podemos aumentar el campo magnético creado, incrementando la intensidad que atraviesa la espira.



3.19. Polos magnéticos creados en un solenoide.

2.3 > Campo magnético creado en un solenoide

Antes de nada vamos a ver qué es un solenoide:

Un solenoide es un hilo conductor formado por varias espiras.

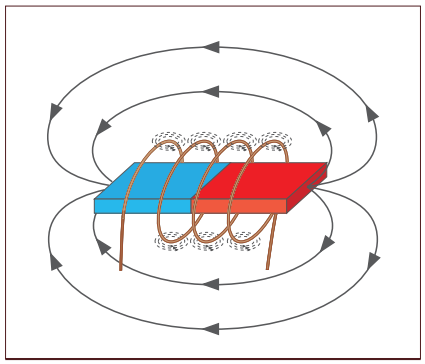
Al pasar intensidad a través del solenoide, dado que este es un hilo conductor, se creará en él un campo magnético que tendrá sus polos en los extremos.

El polo norte lo encontraremos en el lado en el que la intensidad eléctrica recorra las espiras (que constituyen el solenoide) en sentido contrario a las agujas del reloj y el polo sur en el lado en el que la corriente recorre las espiras en el sentido de las agujas del reloj (Figura 3.19.).

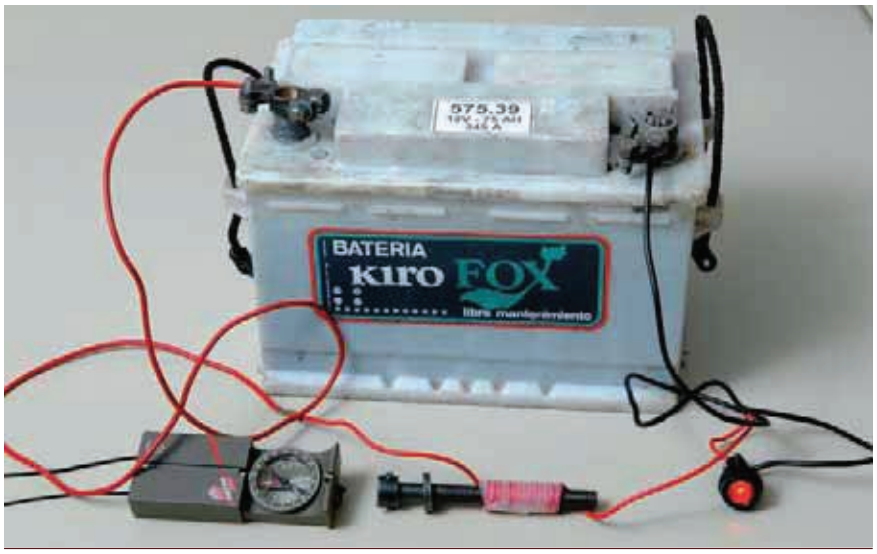
El campo magnético creado en un solenoide es la suma de los pequeños campos creados en cada una de las espiras que lo componen (Figura 3.20.).

Los electroimanes, son otro tipo de solenoides con unas características especiales.

Un electroimán es un solenoide que tiene un material ferromagnético en su interior.



3.20. Campo magnético generado en un solenoide.



3.21. Campo magnético creado en un electroimán.

Actividades propuestas

4·· Explica la diferencia entre el campo magnético de un solenoide alimentado con corriente continua, con el de otro alimentado por corriente alterna.

5·· ¿Por qué un imán deja de señalar el norte cuando está cerca de una corriente eléctrica?

6·· ¿Cómo se puede averiguar si por un hilo conductor pasa o no electricidad?

7·· ¿Qué diferencia existe entre un solenoide y un electroimán?

8·· Dibuja el campo magnético creado en una espira.

9·· Imagina que tenemos una espira por la que circula una intensidad y a su vez la espira se encuentra en el interior de un campo magnético. ¿Qué te parece que ocurrirá?

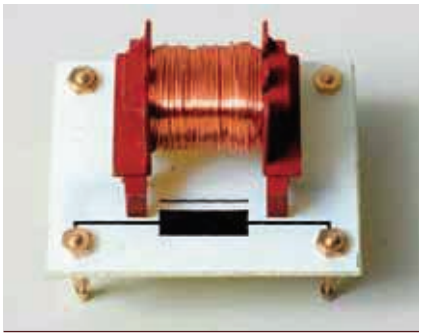
10·· ¿Cuáles son los tres efectos, estudiados hasta este momento, que produce el paso de la electricidad a través de un hilo conductor?

11·· ¿Cómo podemos cambiar la polaridad de la intensidad que pasa por una espira?

3 >> Componentes magnéticos en circuitos eléctricos

En este último epígrafe se va a estudiar cómo son en realidad los solenoides utilizados en circuitos eléctricos.

3.1 > Bobina



3.22. Bobina.

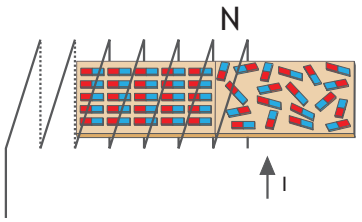
Una bobina es un solenoide cuyo hilo conductor está recubierto por un barniz aislante y enrollado sobre un cilindro de material ferromagnético, colocado en varias capas (Figura 3.22.).

Cuando a través de una bobina pasa una corriente eléctrica, se genera en ella un campo magnético.

La intensidad del campo magnético creado en una bobina es directamente proporcional a las siguientes variables:

– El número de espiras que forman la bobina.
– La intensidad de la corriente que circula por la bobina.
– El tipo de material sobre el que se encuentra enrollada la bobina, generalmente hierro dulce (núcleo de hierro).

Cuando circula una intensidad a través de un solenoide y tenemos un núcleo de hierro en uno de sus extremos, el núcleo de hierro avanza hacia el interior del solenoide hasta que queda centrado en su interior.



El secreto del avance del núcleo

Cuando pasa intensidad a través del solenoide, los imanes elementales que contiene el núcleo de hierro, y que se encuentran bajo su influencia, se van orientando según el campo magnético exterior. De esta forma, como vemos en el lado derecho de la figura, se van formando polos norte que son repelidos por el polo norte exterior mientras el campo magnético sigue atrayendo al resto del núcleo cuyos imanes elementales aún no han sido ordenados.

3.2 > Relé electromagnético

3.23. Relé electromagnético.

Observaremos los relés electromagnéticos para poder identificarlos exteriormente (Figura 3.23.). A continuación quitaremos la tapa del mismo y miraremos con atención las partes de qué está compuesto (Figura 3.24.).

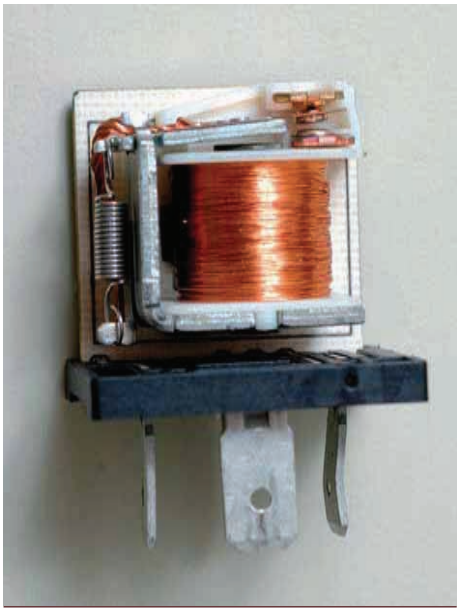
Un relé es un componente electromagnético que consta de una bobina y un interruptor. Se utiliza en distintos circuitos eléctricos del automóvil.

Los relés electromagnéticos de automóviles tienen forma prismática y tienen 4 contactos en una de sus caras. Dos de estos contactos son los extremos de la bobina (corresponden a los números 85 ó 2 y 86 ó 1) y los otros dos corresponden a los extremos del interruptor (números 30 ó 3 y 87 ó S).

En la Figura 3.24 podemos identificar los distintos elementos de un relé electromagnético.

Comparando las figuras 3.23 y 3.24, vemos que en la tapa del relé electromagnético está Zrepresentado el esquema eléctrico del mismo.

El funcionamiento del relé electromagnético se basa en el campo magnético que se genera al pasar corriente a través de la bobina. El campo magnético atrae a la parte móvil del contacto, produciendo, en unos casos, el cierre de un circuito y, en otros, la apertura del circuito.



3.24. Componentes de un relé electromagnético.

Práctica 5

Actividades propuestas

12·· Disponemos de dos bobinas colocadas una al lado de la otra y hacemos circular por ellas una intensidad.

¿Qué ocurrirá cuando cambiamos el sentido de la intensidad a una de ellas? ¿Y si cambiamos el sentido a las dos?

13·· En algunas películas aparecen, a veces, cementerios de coches y, en algunos de ellos, los automóviles son cambiados de lugar por una grúa sin garras.

¿Podrías idear algún sistema que, basándose en lo estudiado en esta unidad didáctica, te permitiera realizar esta operación?

Una vez debatidas las posibles soluciones con tus compañeros, pasaremos a buscar información en Internet y la contrastaremos con nuestras deducciones.

14·· ¿De qué variables depende que el campo magnético conseguido en un relé electromagnético sea mayor o menor?

15·· Explica cómo harías para aumentar la intensidad que pasa a través de un relé electromagnético.

16·· ¿Cuáles son los componentes de un relé electromagnético? ¿Cuántos contactos tienen? ¿Qué numeración corresponde a cada contacto?

17·· ¿Qué diferencias existen entre una bobina y un solenoide? ¿Y entre una bobina y un relé electromagnético?

18·· ¿Qué efecto se produciría en una bobina si en lugar de colocar un material ferromagnético en su interior colocáramos un material paramagnético?

19·· ¿Que diferencia existiría entre una bobina con un núcleo de hierro en su interior y otra con un núcleo de acero en su interior?

Actividades finales

1·· Di si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

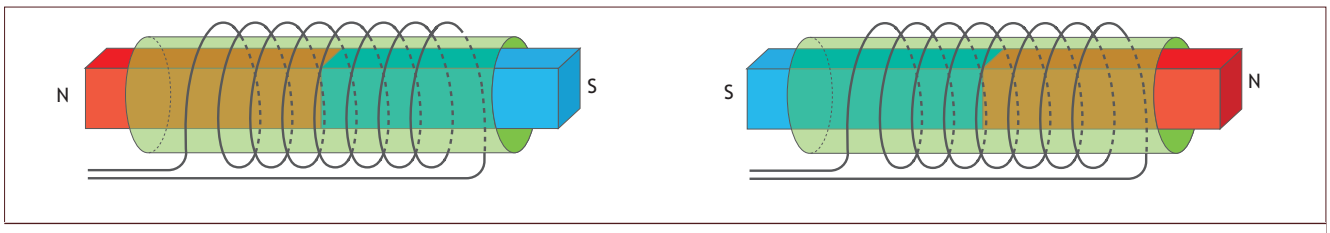
a) Si cortamos un imán por el centro habremos conseguido aislar los dos polos.
b) Cuando acercamos el polo norte de un imán al polo sur de otro ambos se atraen entre sí.
c) Cuando colocamos un material ferromagnético en el interior de un campo magnético, se concentrarán las líneas de fuerza y el campo magnético resultante aumenta de intensidad.
d) Un imán es un material que atrae a los metales.
e) El hierro dulce y el acero se pueden imantar. Al hierro dulce le cuesta más imantarse pero tarda más en desimantarse.

2·· Si a una cara de la espira le acercamos una brújula y esta señala el polo sur, ¿en qué sentido está circulando la electricidad?

3·· ¿Puedo invertir los polos de un imán permanente sin cambiarlo de posición? ¿Y en un electroimán? ¿Cómo lo conseguiré?

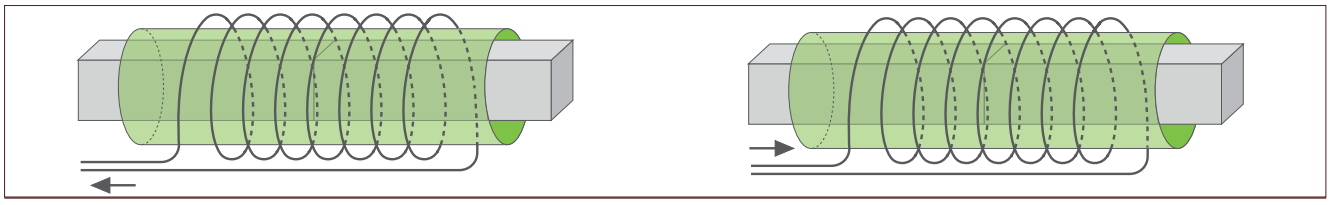
4·· ¿Cómo puedo aumentar la intensidad del campo magnético en un imán permanente? ¿Y en un electroimán?

5·· En los electroimanes representados, indica el sentido en que debe circular la electricidad para que los polos magnéticos resultantes sean los de la Figura 3.25.



3.25. Electroimanes.

6·· En los electroimanes representados, indica cuáles serán los polos magnéticos obtenidos en sus extremos cuando la corriente circula según indica la Figura 3.26.



3.26. Electroimanes.

7·· ¿De qué variables depende que el campo magnético conseguido en un electroimán sea mayor o menor?

8·· Dibuja las líneas de fuerza del campo magnético entre los polos norte y sur de un imán cuando tenemos a un material ferromagnético entre ellos.

9·· Dibuja las líneas de fuerza del campo magnético generado en un hilo conductor colocado horizontalmente cuando es recorrido por una intensidad que parte de la izquierda y va hacia la derecha.

10·· Representa gráficamente el esquema eléctrico de un relé electromagnético, incluyendo en él la numeración convencional.

Caso final

Circuito de alumbrado de carretera

•• Realiza el esquema eléctrico teórico del circuito de alumbrado de carretera, luces largas, con relé. Recuerda que los números que aparecen en el relé electromagnético nos indican a qué parte del circuito pertenecen.

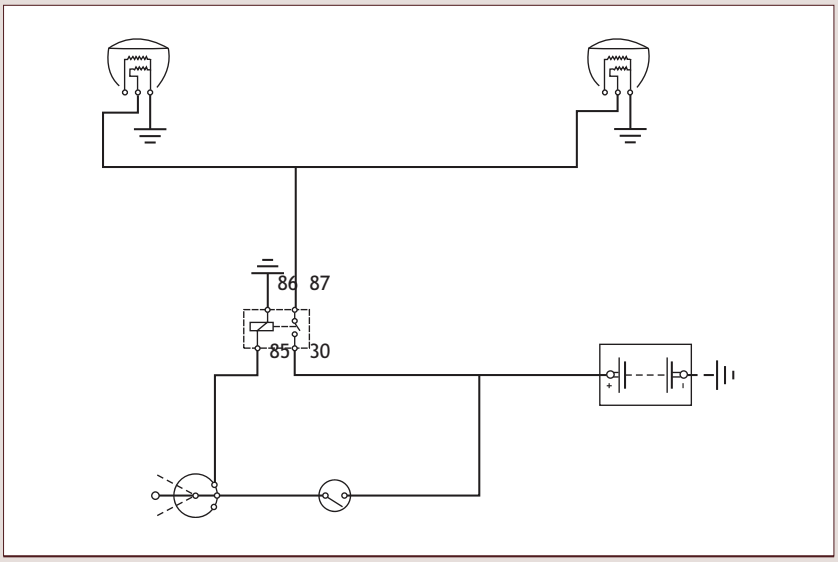
En el circuito de mando, ¿qué números conectaremos? ¿Y en el circuito de los faros? ¿Qué conseguimos con el relé electromagnético?

Solución •• En el circuito de mando conectaremos los números 85 y 86, ya que estos son los extremos de la bobina y es ésta la que, al crear un campo magnético, hace cerrar el contacto que lleva la electricidad directamente de la batería hasta las luces de carretera.

En el circuito de faros pondremos el contacto señalado con el número 30 directamente a batería y el 87 a las luces de carretera o largas.

Lo que hemos conseguido intercalando un relé en este circuito es hacer mínima la caída de tensión entre la batería y los faros ya que la intensidad saldrá de la batería (situada debajo del capó) e irá a los faros (situados así mismo debajo del capó).

En cambio, si el circuito no dispusiera de relé, la intensidad pasaría ordenadamente por los siguientes elementos:



3.27. Circuito de alumbrado de carretera.

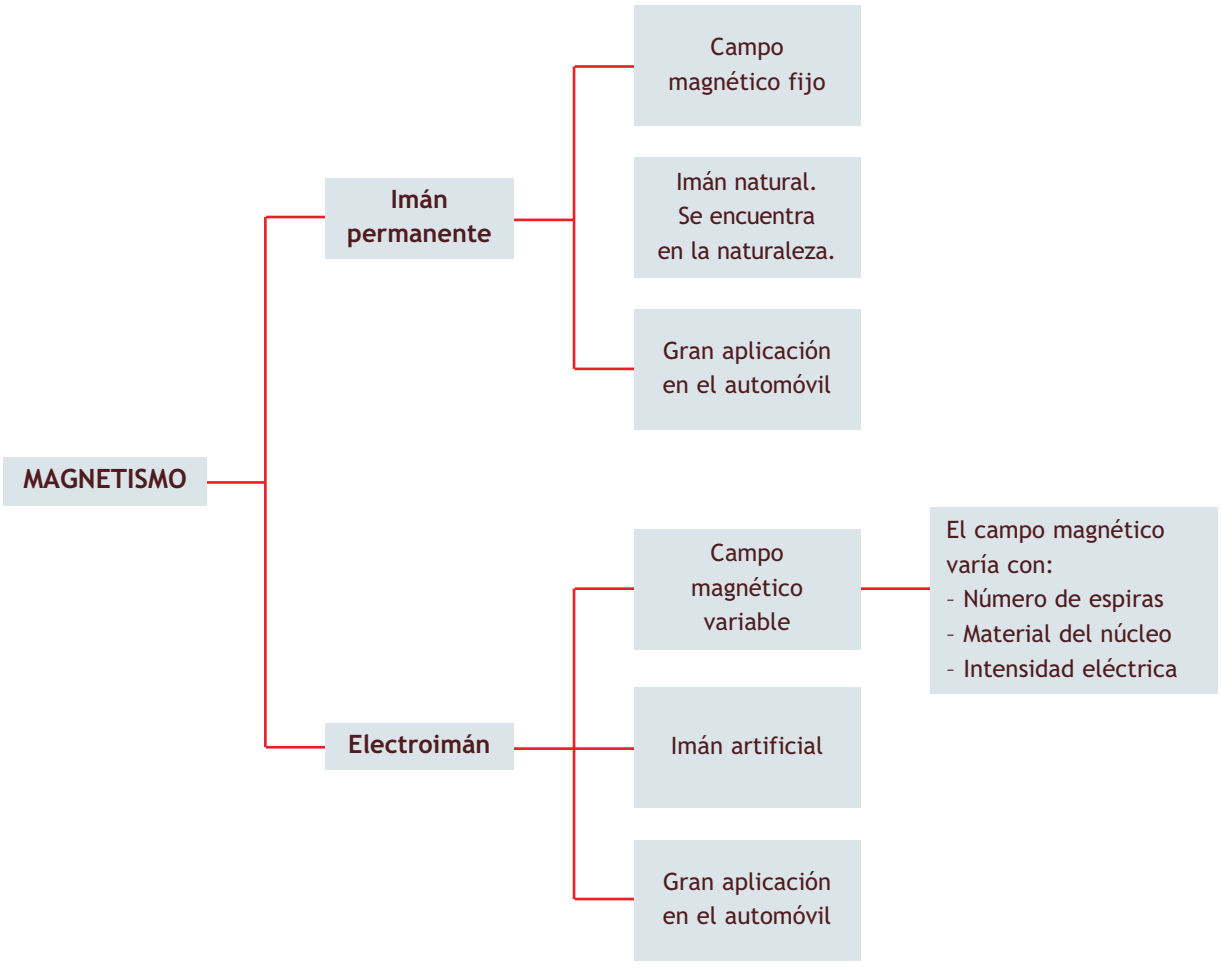
Batería, situada en la parte delantera, debajo del capó; contacto de luces de posición, situado en el tablero de instrumentos; contacto de luces de cruce, situado en el tablero de instrumentos o en la columna de dirección; conmutador cruce/carretera, situado en la columna de dirección; y faros, situados en la parte delantera del vehículo y debajo del capó.

Compararemos a continuación los dos circuitos posibles, con y sin relé:

- Tal y como hemos estudiado en la unidad didáctica 1, el hilo conductor tiene una resistencia que será tanto mayor como mayor sea su longitud.
  No hay duda de que la longitud es mucho mayor en el circuito sin relé electromagnético.
- Según hemos visto en la unidad didáctica 2, al pasar intensidad a través de una resistencia, se produce en ella una caída de tensión. Al ser mayor la resistencia del hilo conductor sin relé electromagnético, está claro que también lo será su caída de tensión.

Finalmente podemos afirmar que, con relé electromagnético, a los faros les llega mayor tensión, por tanto, mayor intensidad y así porporcionan mayor luminosidad.

Ideas clave


MAGNETISMO
Imán permanente
Campo magnético fijo
Imán natural. Se encuentra en la naturaleza.
Gran aplicación en el automóvil
Electroimán
Campo magnético variable
El campo magnético varía con:
- Número de espiras
- Material del núcleo
- Intensidad eléctrica
Imán artificial
Gran aplicación en el automóvil

LAS BRÚJULAS SE ORIENTAN CON EL CAMPO MAGNÉTICO DE LA TIERRA,

¿Esto quiere decir que la tierra tiene un gran imán en su interior?

No, pero casi.

El magnetismo es conocido desde la antigüedad y según el historiador Plinio (23-79 dC), que recogía la sabiduría popular, el responsable del descubrimiento de este fenómeno fue un pastor griego.

Según explica el historiador, el pastor un día descubrió que la punta de su bastón y la suela de sus zapatos eran atraídas por una roca que encontró, esta roca no atraía a nada más y la única cosa que tenían en común estos dos objetos era que estaban reforzados con hierro.

El pastor, que vivía cerca de la ciudad griega de Magnésia, no supo encontrar la explicación que hacía que los zapatos fuesen atraídos por aquella roca, de manera que fue a preguntárselo al sabio que vivía más cerca, aquel sabio se llamaba Tales (624-546 aC) i vivía en Mileto.

Tales estudió las propiedades de la piedra y la bautizó como magnetita, desde entonces, a cualquier material que atrae al hierro se le llama *magnético*.

Dentro de nuestro planeta no hay ninguna roca inmensa magnética ni ningún imán más potente, sino un fenómeno que también crea un campo magnético, la idea central es que un imán en movimiento crea una corriente eléctrica y una corriente eléctrica crea un campo magnético, en este principio se basa el campo magnético de la tierra.

De este fenómeno el primero que se dio cuenta fue Hans Christian Oersted (1777-1851), en el año 1820. Oersted era un médico danés aficionado a la física y a la química que descubrió de manera casual la interacción entre la electricidad y el magnetismo.

El experimento que hizo consistía en un hilo conductor al lado de una brújula. Cuando por el hilo conductor circulaba una corriente eléctrica, la aguja de la brújula se movía. Oersted no encontró una explicación, pero abrió la puerta a dos prodigios, de la física, como André-Marie Ampère (1775-1836) y Michael Faraday (1791-1867), que pusieron las bases del electromagnetismo.

La tierra es como una cebolla, con diferentes capas en su interior, en el centro hay dos núcleos, el interno y el externo.

En el *núcleo interno* encontramos una gran bola de hierro caliente, a más de 6.000 grados, y sólido, (a pesar de estar a tan alta temperatura consigue estar sólido gracias a la presión que ejercen sobre él las distintas capas de la Tierra).

El núcleo interno gira un poco más rápido que la superficie de la Tierra y está envuelto por una capa de hierro líquido que se llama *núcleo externo.*

El núcleo externo se mueve con una gran agitación sobre el núcleo interno, esta agitación provoca el movimiento constante de electrones y, a su vez, este desplazamiento de electrones provoca un campo magnético.

En el núcleo externo es donde se produce el campo magnético terrestre.

Fuente: adaptación del libro *Ciència a un euro. Preguntes, respostes i un munt d'experiments.* Autor Dani Jiménez. Editorial ara LLIBRES.

unidad 4

Generación de electricidad

SUMARIO

- Elementos necesarios
- f.e.m. generada en una espira
- Ley de Lenz
- f.e.m. inducida y f.e.m. autoinducida
- Corrientes de Foucault
- Aparatos eléctricos

OBJETIVOS

- Comprender el proceso de obtención de la electricidad.
- Relacionar la corriente alterna con su representación gráfica.
- Diferenciar la f.e.m. inducida de la f.e.m. autoinducida.
- Conocer distintos aparatos eléctricos que tienen como base de su funcionamiento fenómenos de inducción y de autoinducción eléctrica.

1 >> Generación de corriente eléctrica

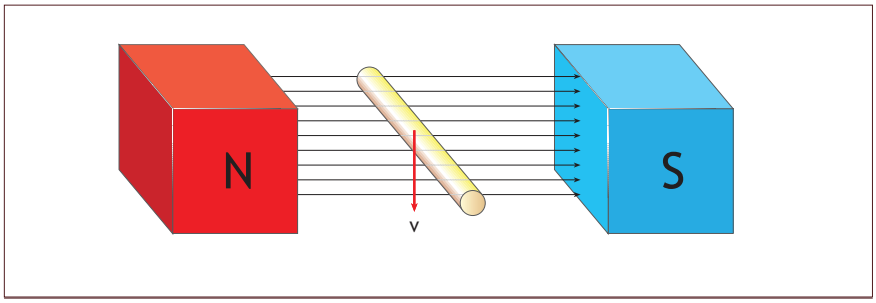
La electricidad se produce cuando un hilo conductor se desplaza cortando las líneas de fuerza de un campo magnético.

En dichas condiciones, se producirá electricidad en el hilo conductor.

Los **elementos necesarios para generar electricidad** son:

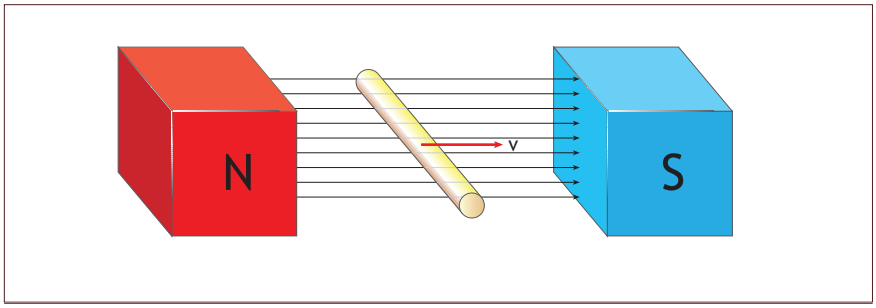
– Un conductor.
– Un campo magnético.
– Un movimiento relativo entre ambos que asegure que el conductor corta las líneas de fuerza del campo magnético.

En el caso de la Figura 4.1, el conductor se desplaza perpendicularmente a las líneas de fuerza del campo magnético y, al cortarlas, se crea electricidad en él.



4.1. Hilo conductor que, en su desplazamiento, corta líneas de fuerza del campo magnético.

En cambio, en el caso de la Figura 4.2, el conductor se desplaza paralelamente a las líneas de fuerza del campo magnético y, al no cortarlas, no se crea electricidad en él.



4.2. Hilo conductor que, en su desplazamiento, no corta líneas de fuerza del campo magnético.

1.1 > Valores de los que depende la electricidad generada

El voltaje que se crea cuando un conductor corta líneas de fuerza de un campo magnético depende de:

– La **intensidad del campo magnético.**
– El número de **conductores que corten las líneas de fuerza.**
– La **velocidad** a la que **los conductores se desplazan por el interior del campo magnético cortando sus líneas de fuerza.**

4.3. Interpretación de los dedos.

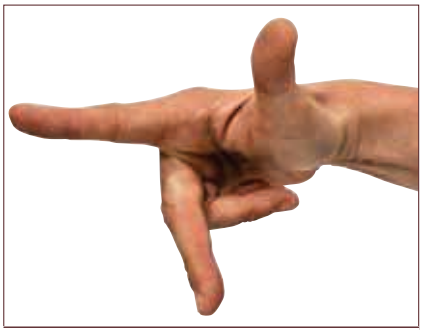
Recuerda que...

Las líneas de fuerza del campo magnético salen del polo norte del imán y entran por el polo sur.

1.2 > Sentido de la intensidad generada

Para conocer el sentido de la intensidad generada en el conductor aplicaremos **la regla de la mano derecha** (regla de Fleming), en la que cada dedo corresponde a una dirección y las uñas corresponden a las puntas de flecha indicándonos el sentido.

> **La regla de la mano derecha consiste en colocar los dedos pulgar, índice y medio de dicha mano en las tres dimensiones, formando un ángulo de 90° entre ellos. Los dedos indican la dirección y sentido del campo magnético, del movimiento y de la intensidad creada.**

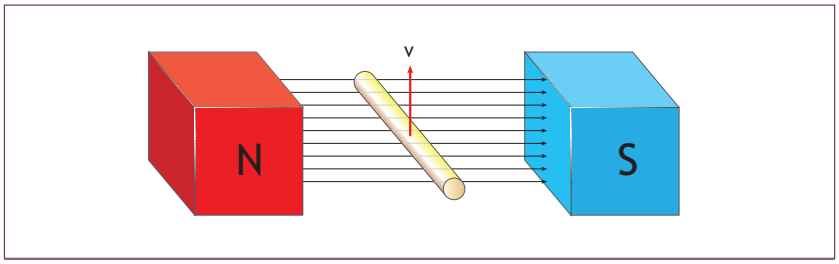


4.4. Regla de la mano derecha.

Interpretación de cada uno de los dedos:

– La dirección y el sentido del dedo **índice** corresponden al **campo magnético.**
– La dirección y el sentido del dedo **pulgar** corresponden al **movimiento** del conductor.
– La dirección y el sentido del dedo **medio** corresponden a la **intensidad** generada.

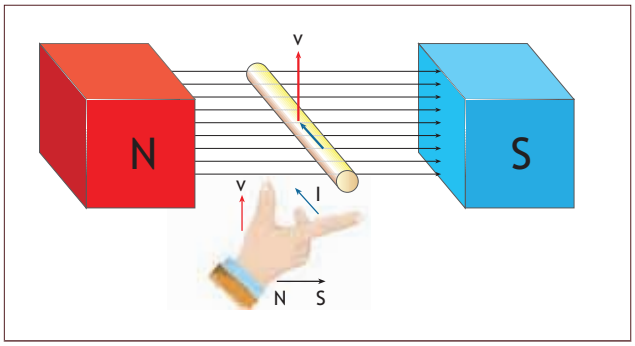
Casos prácticos



4.5. Hilo conductor desplazándose de abajo a arriba por el interior del campo magnético.

Aplicación de la regla de la mano derecha en un conductor

•• ¿Cuál será el sentido de la intensidad generada en el conductor de la Figura 4.5 cuando el conductor se desplaza desde abajo hacia arriba?



4.6. Regla de la mano derecha aplicada a un conductor.

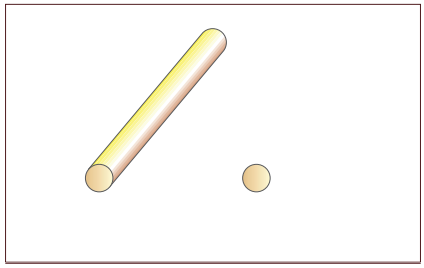
Solución •• Aplicando la regla de mano derecha tal y como indica la Figura 4.6, colocamos el dedo índice en la dirección y sentido del campo magnético, el dedo pulgar en la dirección y sentido del desplazamiento del conductor y, la dirección y sentido correspondiente a la intensidad generada, viene definida por la posición del dedo medio.

En este caso, la dirección de la intensidad de corriente generada es perpendicular a las líneas de fuerza y el sentido el que se indica en la figura con la flecha azul.

1.3 > Representación gráfica de un conductor y de una espira en el interior de un campo magnético

Para poder representar en dos dimensiones el campo magnético, el movimiento y el sentido de la intensidad generada en un conductor y en una espira, utilizaremos una serie de símbolos que se detallan a continuación.

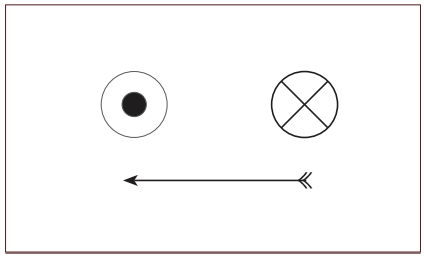
El conductor queda representado por su sección (Figura 4.7), ya que es lo que vemos de él si está perpendicular al libro. Para representar el sentido de la intensidad sobre el símbolo del hilo conductor anterior, utilizaremos un punto cuando el sentido sea el de salida del libro y una cruz cuando el sentido sea el de entrada hacia el libro.



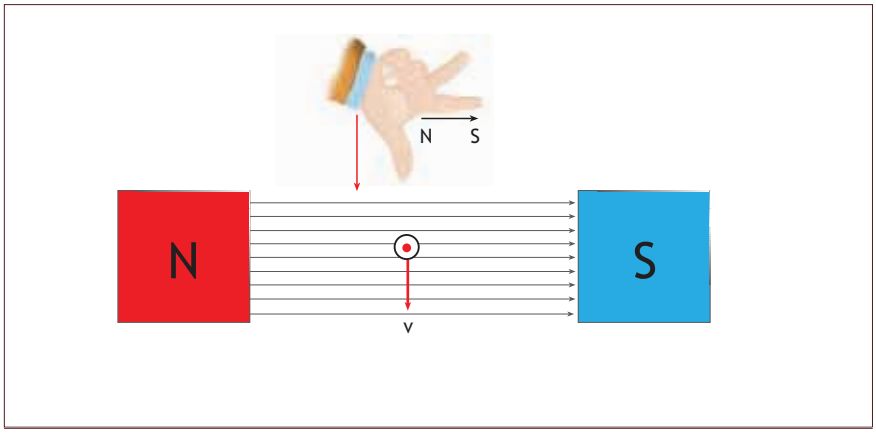
4.7. Representación en tres y en dos dimensiones de un hilo conductor.

La Figura 4.8 corresponde a lo que veríamos de una flecha si estuviéramos justo delante o justo detrás de ella.

Por tanto, ya podemos representar el hilo conductor en el interior del campo magnético y el sentido de la intensidad que se genera en él cuando se desplaza desde arriba hacia abajo.



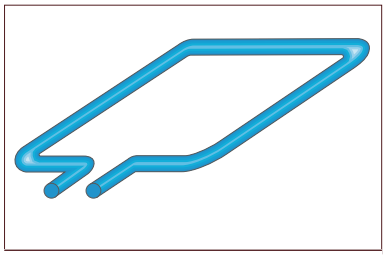
4.8. Representación en dos dimensiones del sentido de la intensidad a través de un hilo conductor.



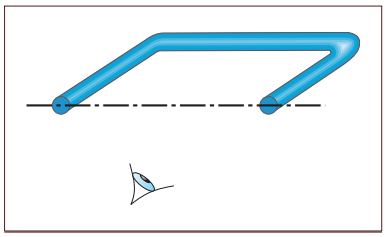
4.9. Campo magnético, conductor, movimiento y sentido de la intensidad generada.

Acabamos de ver que para crear electricidad necesitamos que un hilo conductor se desplace por el interior de un campo magnético. La mejor manera para hacerlo es que vaya girando.

Esta es la razón por la que en el interior del campo magnético se suele colocar una espira.



4.10. Representación de una espira cuadrada en tres dimensiones.



4.11. Espira dividida por un eje imaginario.

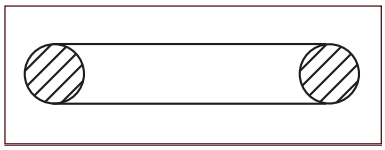
Hasta este momento, hemos estado representando las espiras con forma redonda. A partir de ahora, las representaremos en forma cuadrada, ya que ello nos facilitará los estudios posteriores (Figura 4.10).

Para representar la espira en dos dimensiones, si la espira se encuentra perpendicular al libro, nos imaginaremos un eje que la divide en dos mitades (Figura 4.11).

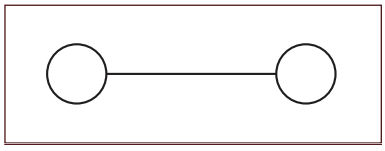
A continuación, nos imaginamos cómo se vería la espira si la estuviésemos mirando en la dirección perpendicular a los conductores cortados (Figura 4.12). De este modo, la espira nos queda representada en dos dimensiones.

En algunas ocasiones también la representaremos simplemente por la sección de los dos conductores con una única línea de unión entre ambas (Figura 4.13).

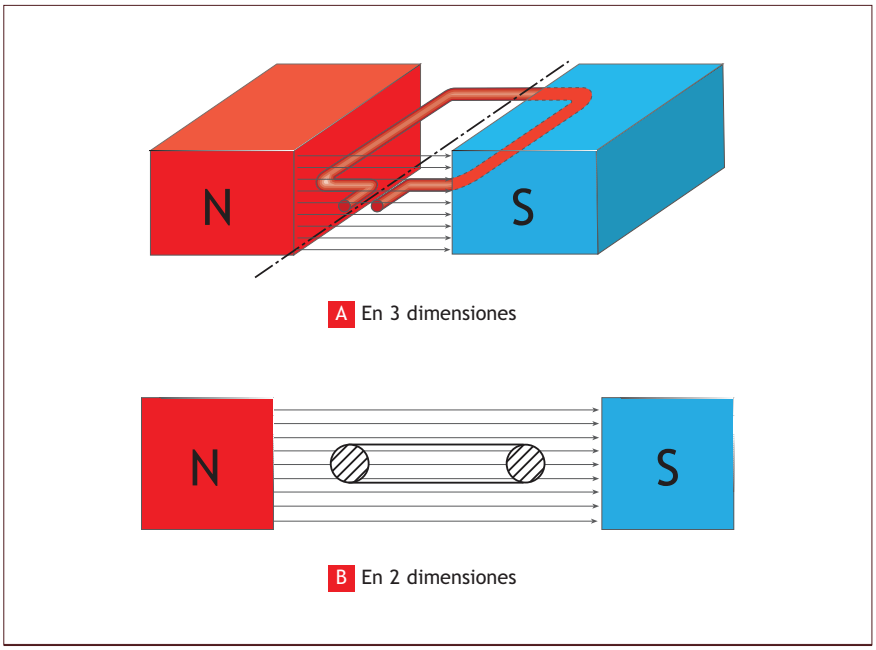
Así pues, visto todo esto, estamos ya en disposición de representar en dos dimensiones una espira en el interior de un campo magnético (Figura 4.14.b).



4.12. Representación de una espira en dos dimensiones.



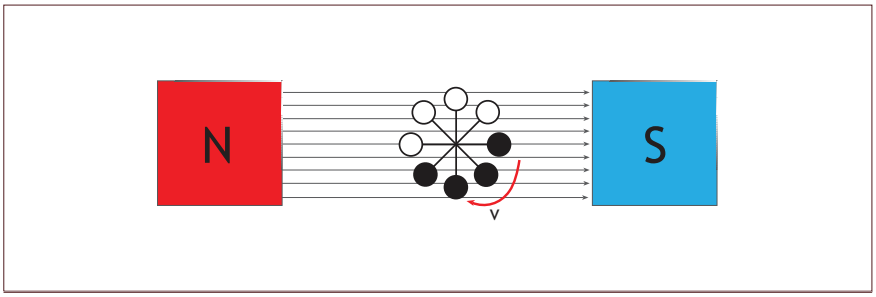
4.13. Representación esquemática de una espira en dos dimensiones.



4.14. Representación de una espira en el interior de un campo magnético.

En la Figura 4.15, se representa una espira en distintas posiciones según va girando en el interior de un campo magnético.

Práctica 6



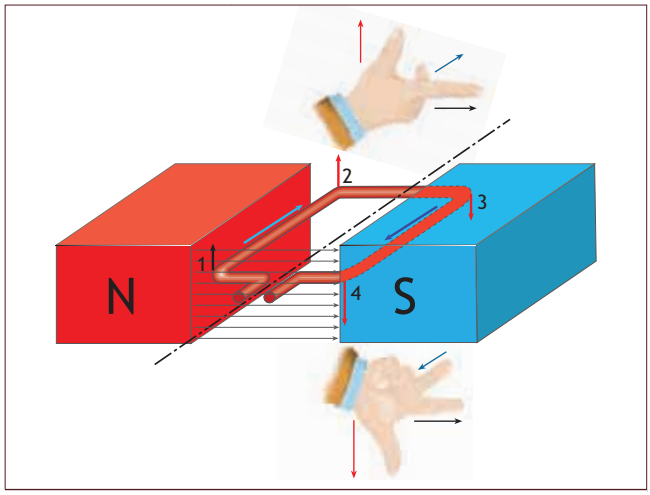
4.15. Representación de una espira que está girando en el interior de un campo magnético.

1.4 > Intensidad generada en una espira

Cuando hacemos girar la espira en el sentido de las agujas del reloj, el tramo de la espira 1-2 está subiendo mientras que el tramo 3-4 está bajando. En su desplazamiento, los tramos 2-3 y 1-4 giran paralelos a las líneas de fuerza y, al no cortarlas, no se genera electricidad en ellos (Figura 4.16).

Aplicando la regla de la mano derecha en el tramo 1-2, vemos que la intensidad generada entra hacia el libro, mientras que en el tramo 3-4 la intensidad generada sale del libro.

Si nos fijamos en el conjunto de la espira, las dos intensidades recorren la espira en el mismo sentido, siendo la intensidad generada que puede salir al exterior el doble de la que se genera en cada conductor.

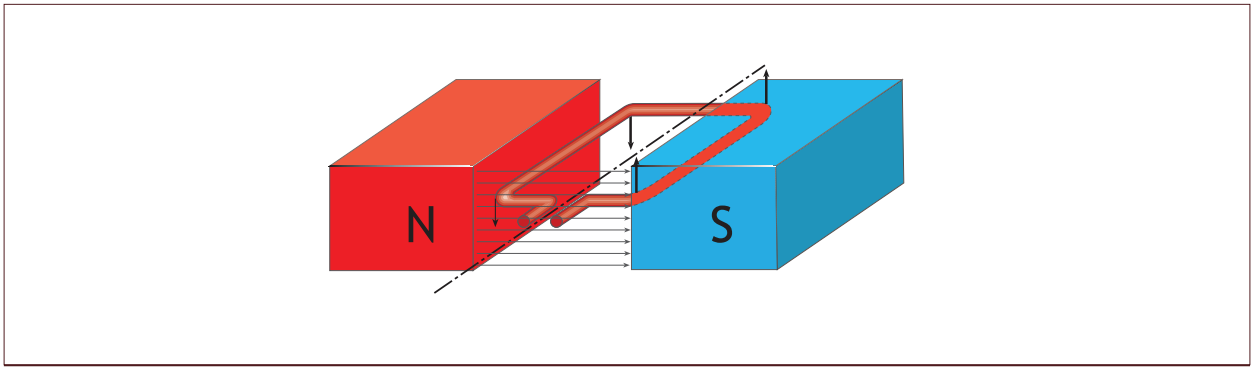


4.16. Intensidad generada al girar la espira en el interior del campo magnético.

Casos prácticos

Aplicación de la regla de la mano derecha en una espira

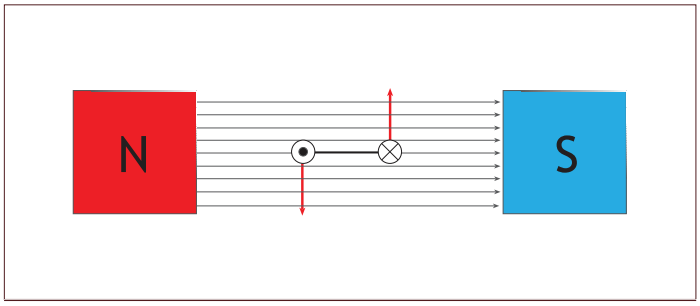
•• ¿Cuál será el sentido de la intensidad generada en la espira representada en la Figura 4.17 cuando gira en sentido contrario a las agujas del reloj?



4.17. Espira girando en sentido contrario de las agujas del reloj por el interior de un campo magnético.

Solución •• Aplicando la regla de la mano derecha:

- En el conductor de la izquierda de la Figura 4.18, vemos que la dirección de la intensidad generada es perpendicular al libro y su sentido es el de salir de él.
- En el de la derecha de la Figura 4.18, en cambio, vemos que la dirección de la intensidad generada es perpendicular al libro y su sentido es el de entrar hacia él.



4.18. Regla de la mano derecha aplicada a una espira.

1.5 > Representación gráfica de la f.e.m. generada en una espira cuando gira 360° en el interior de un campo magnético

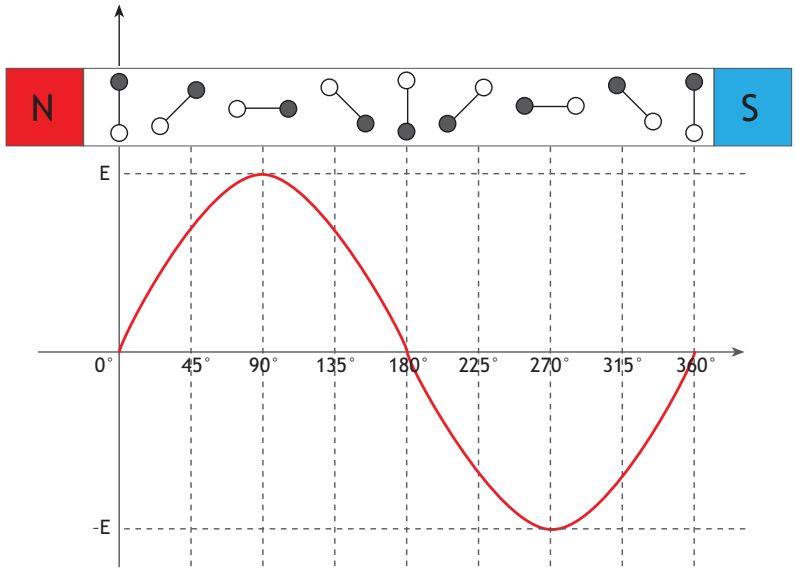
La fuerza electromotriz (f.e.m.) es el voltaje que genera la espira cuando gira en el interior de un campo magnético.

Para representar la f.e.m. producida por la espira al dar una vuelta entera en el sentido de las agujas del reloj, dividiremos la vuelta en ángulos de 45° y los colocaremos en el eje horizontal de la gráfica, mientras que en el vertical colocaremos la f.e.m. generada (Figura 4.19).

En la parte superior de la gráfica situaremos la espira en la posición que corresponde a cada ángulo. A la izquierda del conjunto de representaciones de las espiras colocaremos el polo norte magnético, mientras que a la derecha colocaremos el polo sur magnético.

Vocabulario

Voltaje: diferencia de cargas eléctricas entre los extremos del hilo conductor.



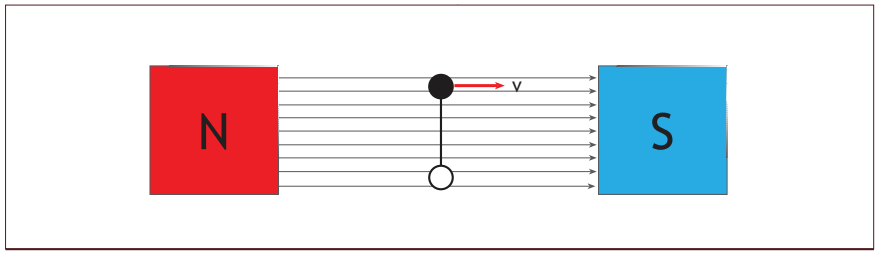
4.19. Representación de la f.e.m. generada por una espira al dar una vuelta en el interior de un campo magnético.

Para entender la gráfica, la descompondremos en los 45° que hemos utilizado para representarla y consideraremos una velocidad constante del giro de la espira.

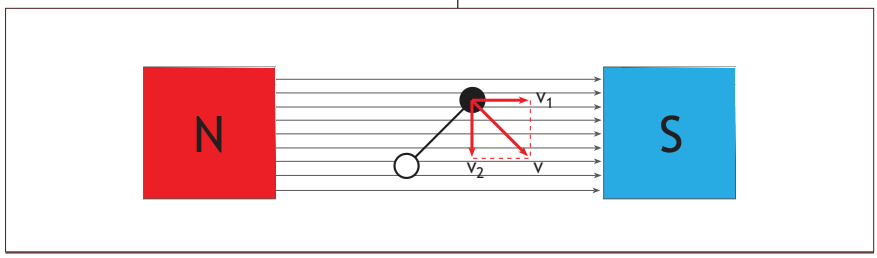
Para facilitar la explicación, realizaremos el estudio centrándonos en el conductor que a los 0° está situado en la parte superior de la espira. No obstante, sabemos que se origina f.e.m. en los dos conductores según hemos estudiado en el apartado anterior y que ambas fuerzas electromotrices se suman.

– En el punto que corresponde a 0°, el conductor tiene una velocidad que es paralela a las líneas de fuerza del campo magnético (Figura 4.20), **no generándose electricidad** en él (f.e.m. = 0).

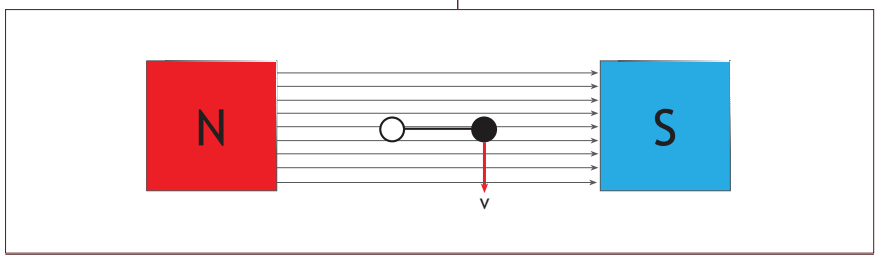
– En el punto que corresponde a 45° (Figura 4.21), y teniendo en cuenta que la velocidad es tangencial a la circunferencia, descomponemos la velocidad en dos direcciones, v_2 perpendicular y v_1 paralela a las líneas de fuerza. La componente v_1, paralela a las líneas de fuerza, al no cortarlas, no genera electricidad mientras que sí lo hace la **componente perpendicular** v_2.
– En el punto que corresponde a 90° (Figura 4.22), la velocidad es perpendicular a las líneas de fuerza. Es el punto en el que la **f.e.m. generada es máxima**.
– En el punto que corresponde a los 135° (Figura 4.23), debemos descomponer, igual que hemos hecho en los 45°, la velocidad en sus dos componentes: v_1 paralela a las líneas de fuerza y v_2 **perpendicular** a ellas. Resulta, de este modo, una f.e.m. del mismo valor que teníamos en los 45°.
– En el punto que corresponde a los 180° (Figura 4.24), la f.e.m. generada vuelve a ser 0, ya que la velocidad vuelve a ser paralela a las líneas de fuerza tal y como ocurría a los 0°.



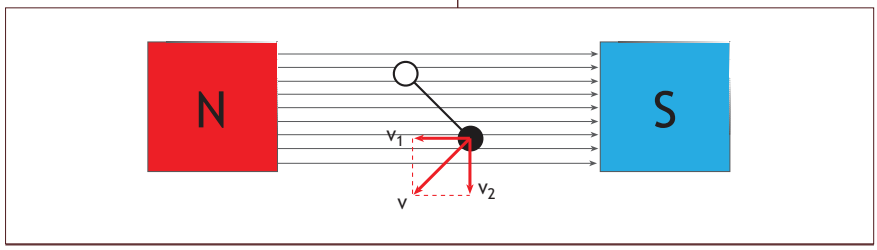
4.20. Dirección y sentido de la velocidad de la espira a los 0°.



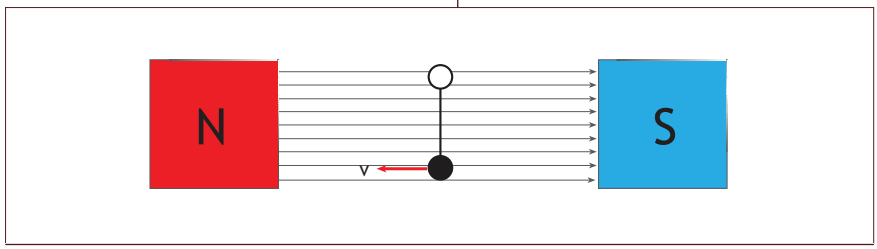
4.21. Dirección y sentido de la velocidad de la espira a los 45°.



4.22. Dirección y sentido de la velocidad de la espira a los 90°.



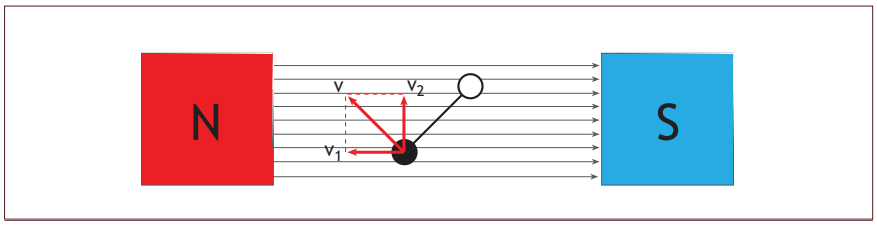
4.23. Dirección y sentido de la velocidad de la espira a los 135°.



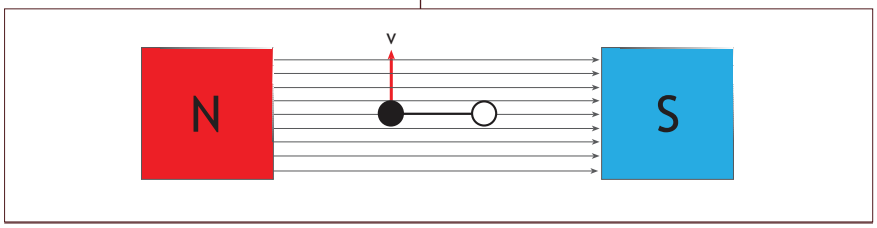
4.24. Dirección y sentido de la velocidad de la espira a los 180°.

Como hemos visto, de 0° a 180° el sentido de la velocidad del conductor era hacia abajo y, aplicando la regla de la mano derecha, la intensidad generada salía del libro. En cambio, de 180° a 360° el sentido de la velocidad del conductor será hacia arriba y, aplicando la regla de la mano derecha, la intensidad generada entrará hacia el libro.

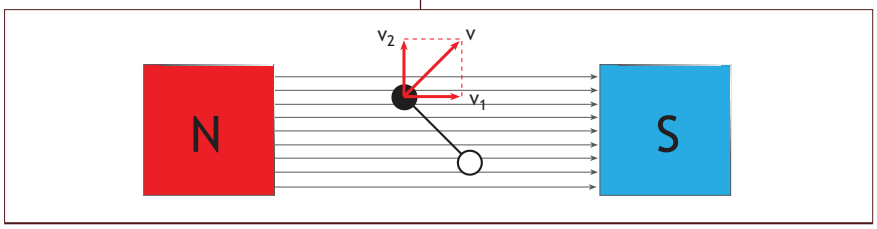
Esta es la razón por la cual la gráfica desciende por debajo del cero de f.e.m. y nos da valores negativos. Cuando hacemos referencia a valores negativos de voltaje queremos indicar que su polaridad se ha invertido (donde antes estaba el polo positivo ahora está el negativo y viceversa).



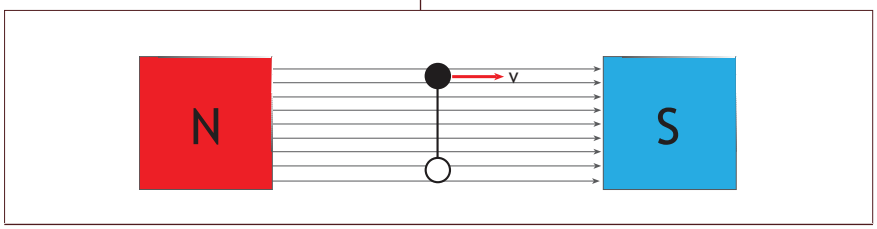
4.25. Dirección y sentido de la velocidad de la espira a los 225°.



4.26. Dirección y sentido de la velocidad de la espira a los 270°.



4.27. Dirección y sentido de la velocidad de la espira a los 315°.

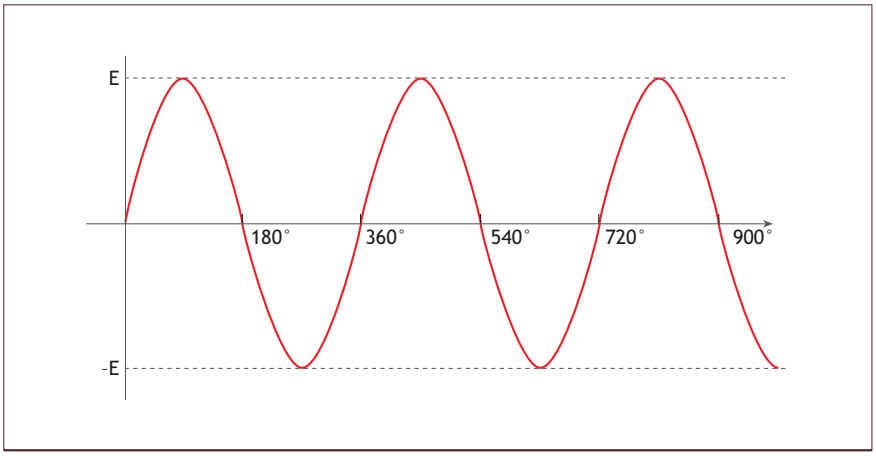


4.28. Dirección y sentido de la velocidad de la espira a los 360°.

– En el punto que corresponde a 225° (Figura 4.25), y teniendo en cuenta que la velocidad es tangencial a la circunferencia, descomponemos la velocidad en dos direcciones, igual que ocurría a los 45° y a los 135°, generando electricidad solamente la componente perpendicular v_2.
– En el punto que corresponde a 270° (Figura 4.26), la velocidad es perpendicular a las líneas de fuerza al igual que ocurría a los 90° y por tanto la f.e.m. generada vuelve a ser máxima.
– En el punto que corresponde a los 315° (Figura 4.27), debemos volver a descomponer la velocidad en sus dos componentes tal como hemos hecho en los 45°, 135° y 225°, resultando una f.e.m. de su mismo valor.
– En el punto que corresponde a los 360° (Figura 4.28), la f.e.m. generada vuelve a ser 0.

Con esto, acabamos de dar una vuelta completa y nos hemos vuelto a situar en el punto de 0°.

Hemos completado un ciclo. Si la espira continúa girando, se irán repitiendo los ciclos (Figura 4.29).



4.29. Representación de la f.e.m. generada por una espira al dar varias vueltas en el interior de un campo magnético.

1.6 > Valores característicos de la corriente alterna

Los valores característicos de la corriente alterna a los que haremos referencia son la frecuencia y la amplitud (Figura 4.30).

– **La frecuencia** es el número de ciclos completos que se producen en un segundo. Su unidad es el **hercio (Hz),** valor que viene reflejado en los electrodomésticos de nuestras casas. En la Figura 4.30, la frecuencia que se muestra es de 3 Hz.
– **La amplitud** son los valores máximos de la f.e.m. obtenida en la gráfica.

1.7 > Ley de Lenz

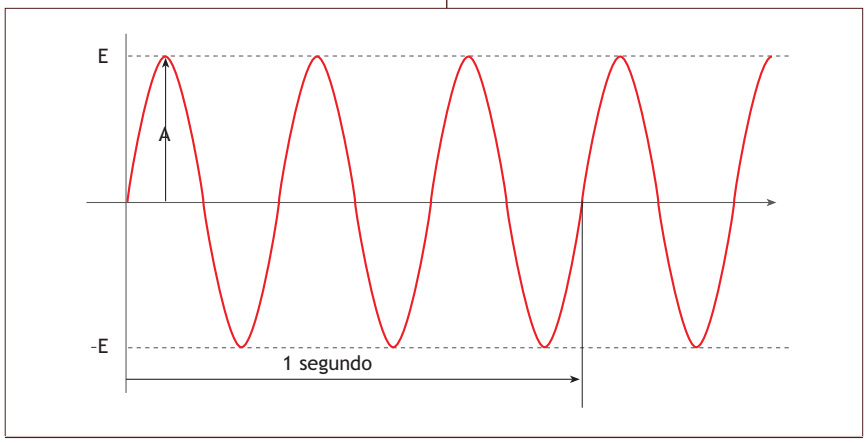
Según dice la ley de Lenz:

> **El sentido de la corriente generada es siempre contrario a la causa que la ha creado.**

El enunciado de esta ley es simple pero su aplicación no es fácil. Empezaremos su estudio con un caso práctico.

Vocabulario

Galvanómetro: amperímetro que permite detectar el paso de intensidades muy pequeñas.



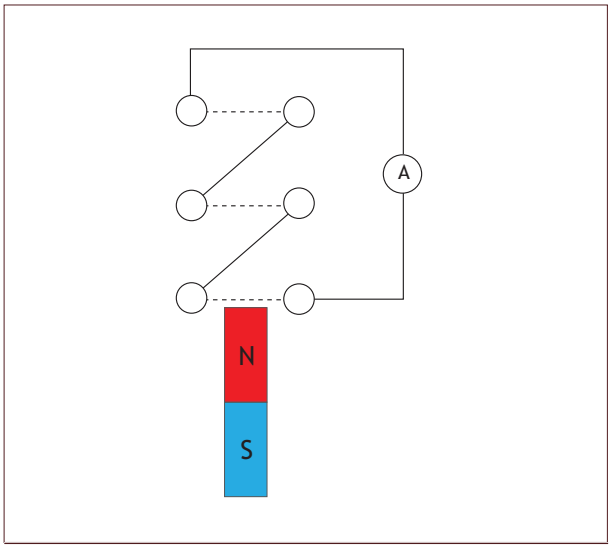
4.30. Representación de la frecuencia y la amplitud de la corriente alterna.

Casos prácticos

¿En qué condiciones se produce electricidad?

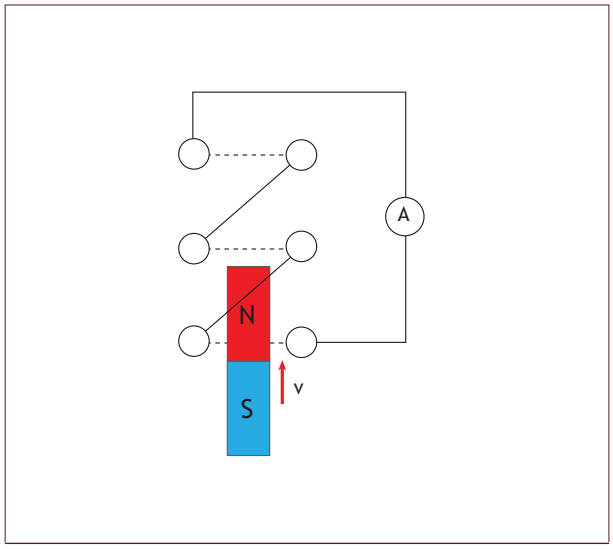
•• En las siguientes figuras está representada una bobina, con sus extremos conectados a un galvanómetro, y un imán. Estudia en cuáles de las siguientes situaciones se produce electricidad.

a) El imán está cerca de la bobina.



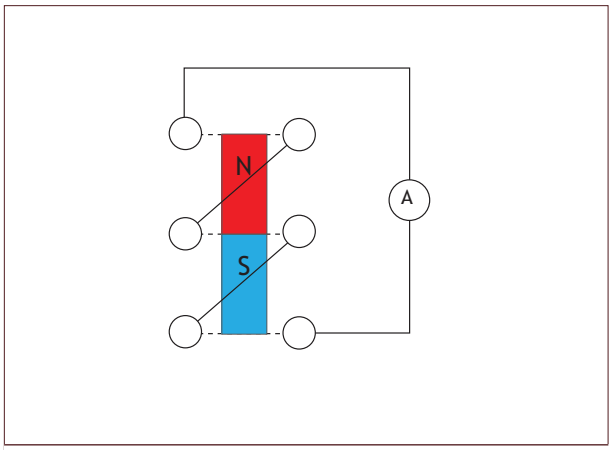
4.31. Bobina con el imán en el exterior.

b) El imán está entrando en el interior de la bobina.



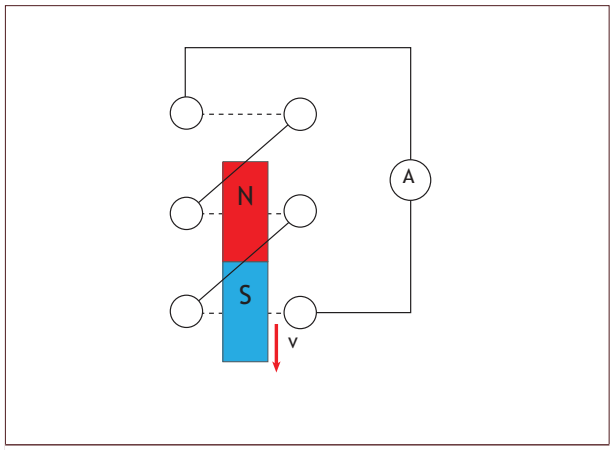
4.32. Imán entrando en la bobina.

c) El imán se encuentra en el interior de la bobina.



4.33. Bobina con el imán en su interior.

d) El imán está saliendo de la bobina.



4.34. Bobina con el imán saliendo.

Solución ··

a) Al estar el imán en el exterior de la bobina, no se producirá electricidad en ella, ya que no existe ningún campo magnético.

b) Al entrar el imán al interior de la bobina, se producirá electricidad en ella, ya que los conductores van cortando sus líneas de fuerza.

c) Al estar el imán en el interior de la bobina, tampoco se producirá electricidad en ella, ya que no existe movimiento relativo entre la bobina y el imán y, por tanto, la bobina no corta sus líneas de fuerza.

d) Al salir el imán al interior de la bobina, de nuevo se producirá electricidad en ella, ya que los conductores van cortando sus líneas de fuerza.

Antes de aplicar la ley de Lenz conviene recordar que:

- Cuando entra o sale el imán, el solenoide corta sus líneas de fuerza y se crea en él una intensidad.
- Cuando por un solenoide pasa una intensidad, se genera en él un campo magnético.

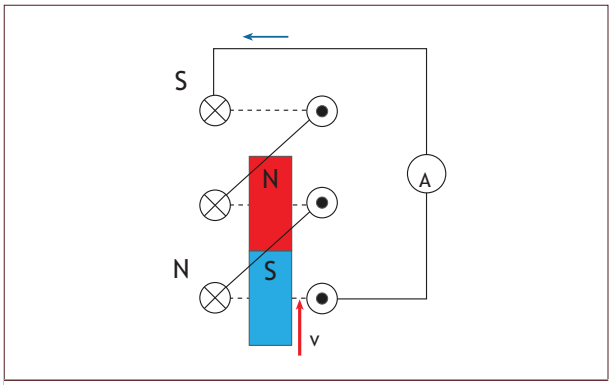
La ley de Lenz nos permite conocer cuál será el sentido de la corriente generada en las condiciones correspondientes a los casos b y d del caso práctico anterior.

En el caso b, antes de introducir el imán, la bobina no estaba bajo la influencia de ningún campo magnético, pero al entrar el imán sí.

La corriente que se genera en la bobina, por la ley de Lenz, es contraria a la causa que la ha creado, de manera que **la corriente generada crea unos polos magnéticos contrarios a los que están entrando para anularlos.**

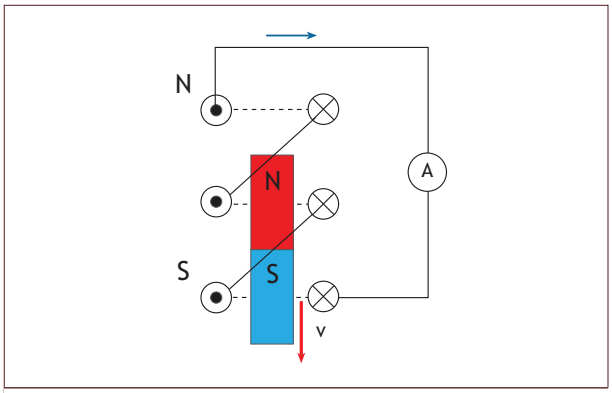
Según hemos estudiado en la unidad didáctica 3, los polos magnéticos obtenidos en la bobina corresponden al sentido de la intensidad de la corriente generada representada en la Figura 4.35.

En cuanto al caso d, antes de retirar el imán, la bobina estaba bajo la influencia de su campo magnético, pero al salir el imán la bobina ya no está bajo su influencia.



4.35. Campo magnético creado en la bobina al entrar el imán.

La corriente que se genera en la bobina, por la ley de Lenz, es contraria a la causa que la ha creado, de manera que **la corriente generada crea unos polos magnéticos iguales a los que están saliendo para evitar que desaparezcan.**



4.36. Campo magnético creado en la bobina al salir el imán.

Los polos magnéticos obtenidos en la bobina corresponden al sentido de la intensidad de la corriente generada representada en la Figura 4.36.

Actividades propuestas

1·· ¿Cuáles son los elementos necesarios para generar electricidad?

2·· ¿De qué valores depende la electricidad generada?

3·· ¿Qué información podemos conocer a través de la regla de Fleming o de la mano derecha?

4·· Cuando aplicamos la regla de la mano derecha sobre un conductor, ¿el sentido de qué magnitud nos está indicando el dedo medio?

5·· Cuando un conductor se desplaza por el interior de un campo magnético paralelamente a la dirección de sus líneas de fuerza, ¿se genera electricidad en el conductor?

1.8 > f.e.m. de inducción, de autoinducción y corrientes de Foucault

La fuerza electromotriz de inducción es la tensión que se genera en la bobina cuando entra o sale el imán.

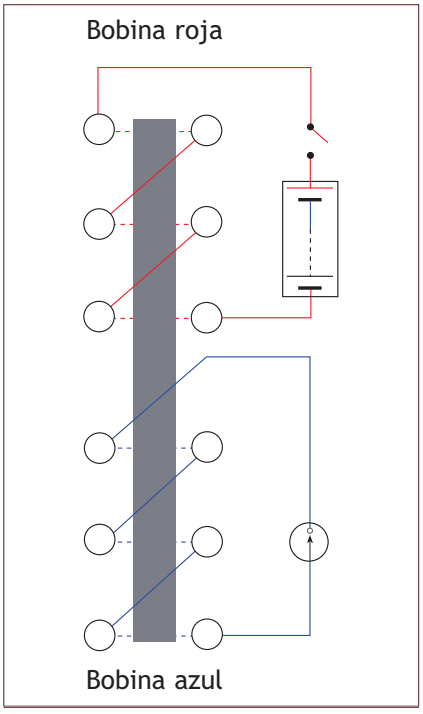
En este epígrafe, para poder explicar la f.e.m. de autoinducción y las corrientes de Foucault, deberemos aplicar el mismo principio del apartado anterior pero en un circuito más complejo.

En el nuevo circuito disponemos de dos bobinas, una roja y otra azul. La bobina roja está conectada a una batería a través de un interruptor y la azul a un galvanómetro. En el interior de ambas bobinas disponemos de un único núcleo de hierro y en el núcleo de hierro se concentrarán las líneas de fuerza (Figura 4.37).

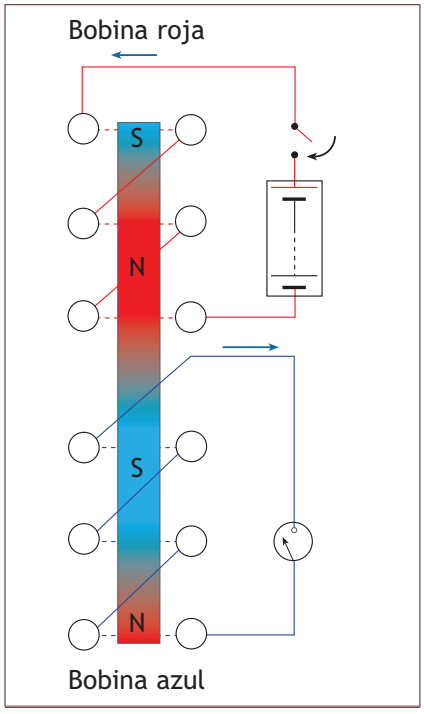
f.e.m. de inducción

Cuando el interruptor está abierto, no pasa la electricidad por la bobina roja, no existe ningún campo magnético y, por tanto, no se genera intensidad en la bobina azul. El galvanómetro en estos momentos marcará cero (Figura 4.37).

En el momento de cerrar el interruptor, aparece un campo magnético en la bobina roja. La bobina azul resulta afectada por la variación del campo magnético generado en la bobina roja, creándose electricidad en la bobina azul (justo antes de cerrar el interruptor no había campo magnético en la bobina azul e inmediatamente después de cerrarlo sí existe campo magnético en ella). Es lo que hemos denominado f.e.m. inducida (Figura 4.38).



4.37. Interruptor abierto.



4.38. Cerramos el interruptor.

La fuerza electromotriz inducida es la que se genera en una bobina al estar sometida a la variación de un campo magnético ajeno a ella.

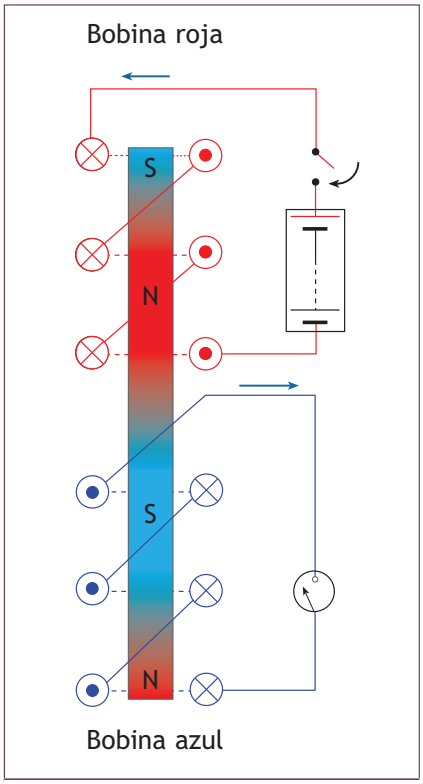
El sentido de la corriente generada nos lo dará la ley de Lenz: al principio no había campo magnético y después aparece uno. La f.e.m. inducida en la bobina azul creará un campo magnético contrario al generado en la bobina roja. El galvanómetro marcará un valor distinto de cero (Figura 4.39).

Cuando tenemos el interruptor cerrado (Figura 4.40), la bobina azul está dentro de la zona de influencia del campo magnético creado en la bobina roja pero, al ser un campo magnético de valor constante, en la bobina azul no se genera electricidad. El galvanómetro, en esta situación, marca cero.

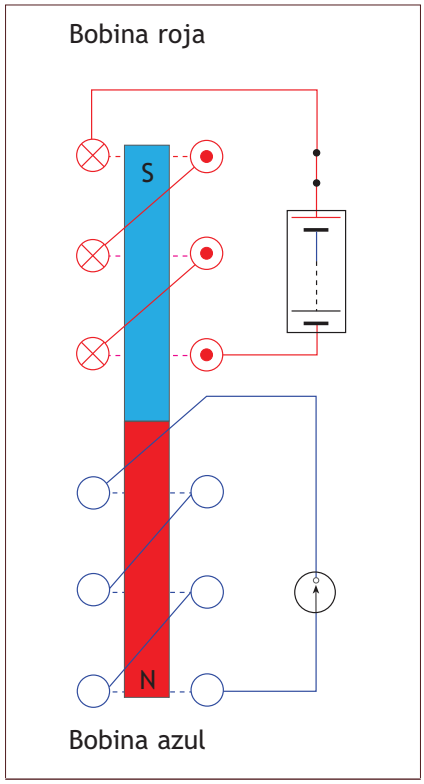
Inmediatamente antes de abrir el interruptor la bobina azul estaba afectada por el campo magnético creado en la bobina roja y justo después de abierto no, de manera que la bobina azul está bajo la influencia de esta variación del campo magnético generándose en ella una corriente inducida.

El sentido de la corriente generada nos lo dará la ley de Lenz: al principio había campo magnético y después desaparece; la f.e.m. inducida en la bobina azul creará un campo magnético igual al que está desapareciendo en la bobina roja para oponerse a su desaparición (Figura 4.41).

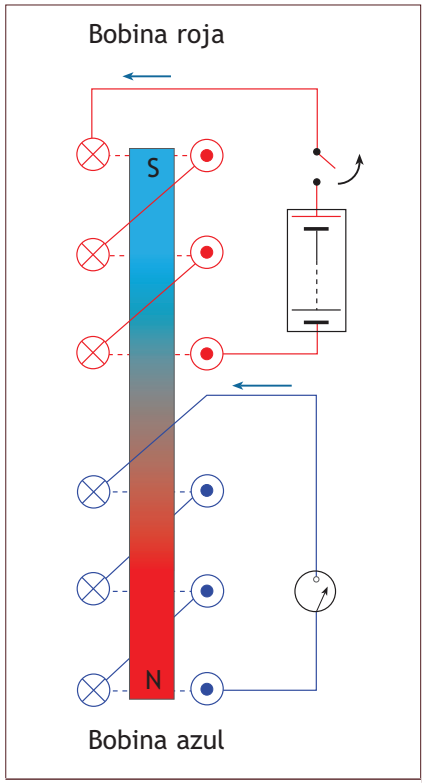
El galvanómetro marcará distinto de cero y la aguja se desviará en sentido contrario de cómo lo había hecho al cerrar el interruptor.



4.39. Cerramos el Interruptor.



4.40. Interruptor cerrado.



4.41. Abrimos el interruptor.

f.e.m. de autoinducción

De la misma manera que aparece una f.e.m. de inducción (electricidad creada) en la bobina azul como consecuencia de la variación del campo magnético creado en la bobina roja, la propia bobina roja, como hilo conductor que es, también está sometida a esa misma variación del campo magnético que ella misma está creando. Esto genera electricidad también en ella. Es la denominada f.e.m. de autoinducción.

> **La fuerza electromotriz autoinducida es la que se genera en una bobina al estar sometida a la variación de un campo magnético creado por ella misma.**

El sentido de la corriente generada nos lo dará la ley de Lenz.

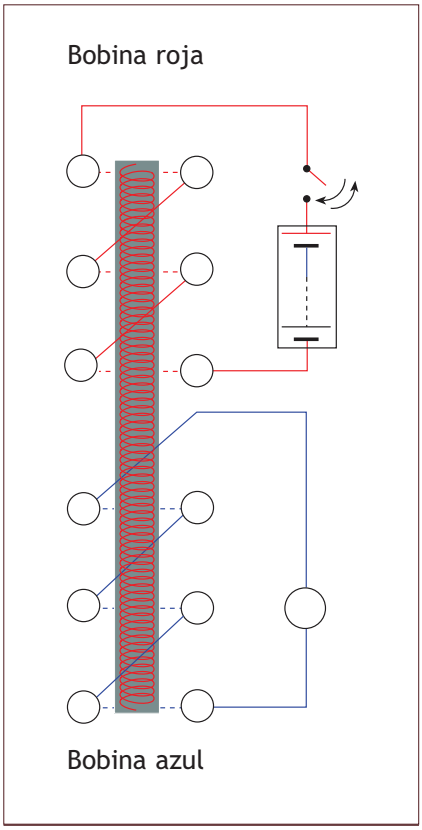
Al cerrar el interruptor, la f.e.m. autoinducida en la bobina roja genera un campo magnético contrario al creado en la propia bobina roja por el paso de la corriente que viene de la batería.

Cuando se abre el interruptor, la f.e.m. autoinducida en la bobina roja creará un campo magnético igual al que está desapareciendo en la propia bobina roja al dejar de pasar corriente desde la batería, para oponerse a su desaparición.

Como consecuencia de la f.e.m. de autoinducción, aparece la denominada **extracorriente de ruptura**, que es una intensidad extra que aparece siempre que abrimos un interruptor y que produce una chispa entre sus contactos (siguen saltando los electrones a través del aire produciendo gran cantidad de calor). La extracorriente de ruptura nos obliga a situar siempre una resistencia o un condensador en paralelo con el interruptor para proteger sus contactos.

Soldadura por arco voltaico

El salto de electrones entre los dos contactos del interruptor debe asociarse siempre con la soldadura eléctrica por arco voltaico, que también es un salto de electrones. Así, se produce gran cantidad de calor, de ahí que, si acercamos demasiado el electrodo cuando estamos soldando para unir una chapa, se produzca un agujero en la misma.



4.42. Corrientes de Foucault.

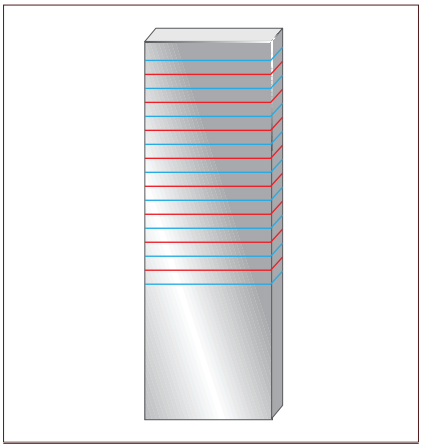
Corrientes de Foucault

De la misma manera que se genera f.e.m. inducida en la bobina azul y f.e.m. autoinducida en la bobina roja, el núcleo de hierro también es un material conductor que está bajo la influencia de un campo magnético variable al cerrar y al abrir el interruptor, razón por la cual también se genera electricidad en él (Figura 4.42).

La intensidad se produce en el núcleo de hierro en forma de torbellinos, lo que genera en este gran cantidad de calor que, en la mayoría de los casos, es energía perdida.

Las corrientes de Foucault son las intensidades que se generan en el núcleo de hierro de las bobinas cuando estas están sometidas a campos magnéticos variables.

Para disminuir estas corrientes, se utilizan finas chapas separadas con material aislante en la fabricación de los núcleos de hierro, de manera que el flujo magnético pueda atravesarlas pero no las corrientes de Foucault.



4.43. Núcleo de hierro.

Actividades propuestas

6·· Representa, en dos dimensiones y en posición horizontal, un campo magnético con el polo sur a la izquierda y, en su interior, una espira en posición vertical. Indica a continuación el sentido de la intensidad generada cuando la espira gira según el sentido contrario a las agujas del reloj.

7·· Representa, en dos dimensiones y en posición horizontal, un campo magnético con el polo sur a la izquierda y, en su interior, una espira en posición horizontal. Indica a continuación el sentido de la intensidad generada cuando la espira gira según el sentido de las agujas del reloj.

8·· Define f.e.m. ¿En qué unidad se expresa esta magnitud?

9·· ¿De qué magnitud es unidad el hercio?

10·· Di si son ciertas o falsas las siguientes afirmaciones:

a) Cuando entra o sale un imán del interior de un solenoide, se produce electricidad en el solenoide.
b) Cuando cerramos o abrimos un interruptor, se genera electricidad en el circuito eléctrico en el que se encuentra el interruptor.
c) La corriente generada es siempre contraria a la causa que la ha creado.
d) Cuando sale un imán del interior de un solenoide, se genera en este una intensidad que crea en él un campo magnético igual al que está saliendo de su interior.
e) Las corrientes de Foucault se generan en un material conductor cuando está bajo la influencia de un campo magnético variable.
f) Se genera f.e.m. autoinducida siempre que se abre o se cierra un interruptor.
g) La intensidad autoinducida en una bobina siempre tiene sentido contrario a la intensidad que ocasiona el campo magnético.

11·· ¿Qué diferencia existe entre f.e.m. inducida y f.e.m. autoinducida?

12·· ¿Cómo conseguimos disminuir las corrientes de Foucault?

2 >> Aparatos eléctricos

Los aparatos eléctricos que vamos a estudiar a continuación son aplicaciones directas de los fenómenos de inducción y autoinducción estudiados en esta unidad didáctica.

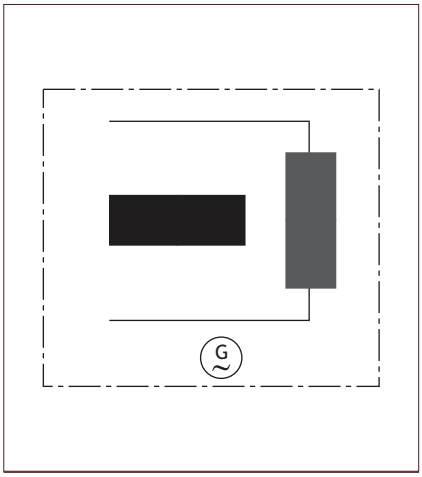
2.1 > Generador de impulsos inductivo

El generador de impulsos inductivo es un sensor que detecta que se está acercando un cuerpo de un material ferromagnético. Se utiliza para medir revoluciones o detectar la posición de un objeto.

En los circuitos eléctricos de encendido se simboliza como se muestra en la Figura 4.44.

En el automóvil, el generador de impulsos inductivo tiene aplicación en algunos circuitos de encendido en circuitos de frenos ABS y en el cigüeñal para medir las revoluciones del motor térmico.

El generador de impulsos inductivo puede ir colocado delante de una rueda dentada o delante de un perno.



4.44. Símbolo del captador de impulsos inductivo.

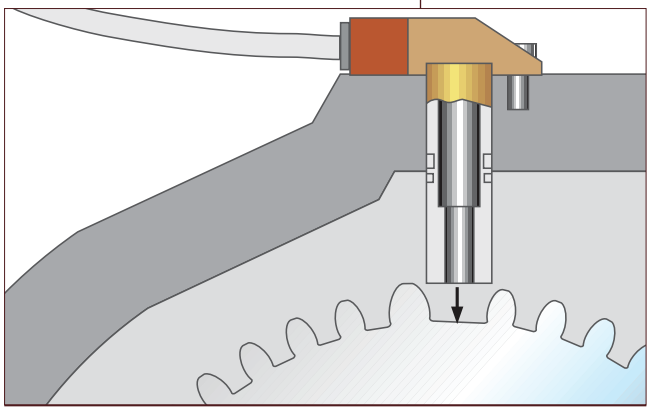
- Cuando va delante de una rueda dentada, hay que colocarlo delante de los dientes. La rueda dentada tiene la particularidad de poseer un diente, con su correspondiente hueco, mayor que el resto. En este caso, el captador detecta cada paso de este diente singular (Figura 4.45).
- En otras ocasiones, lo situamos en un plano paralelo por delante de un objeto en el que previamente se le ha colocado un perno de material ferromagnético. El captador detecta el paso del perno en cada vuelta (Figura 4.46).

Circuito de encendido

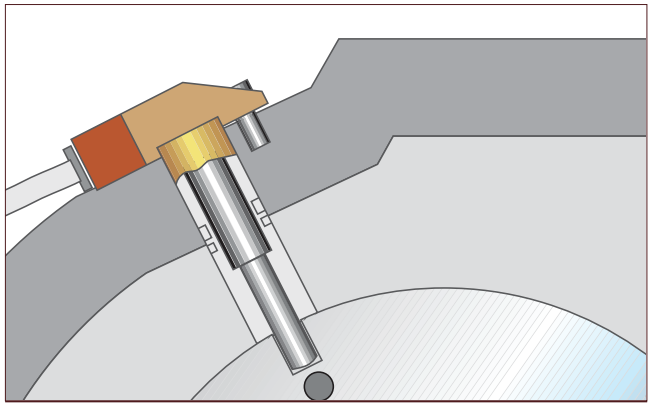
Denominamos circuito de encendido a todos aquellos elementos que son necesarios para hacer saltar la chispa en las bujías del motor Otto en el momento adecuado.

Perno

Un perno es un objeto metálico cilíndrico.



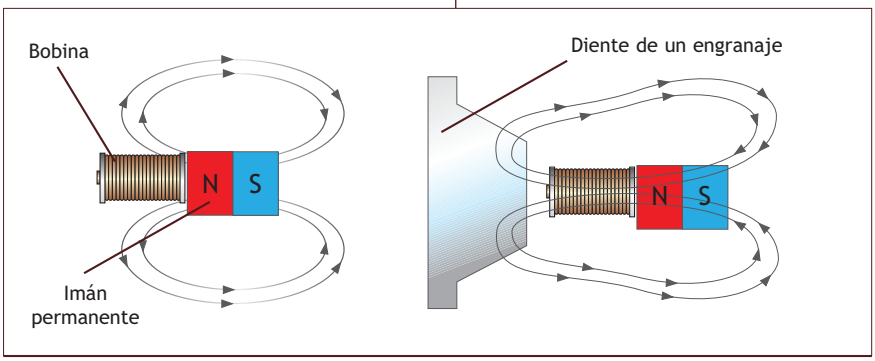
4.45. Generador de impulsos inductivo colocado frente a los dientes de una rueda dentada.



4.46. Generador de impulsos inductivo que detecta el paso de un perno.

Estructura del generador de impulsos inductivo

El generador de impulsos inductivo está constituido por un imán permanente y una bobina enrollada sobre un núcleo de material no magnético (Figura 4.47).

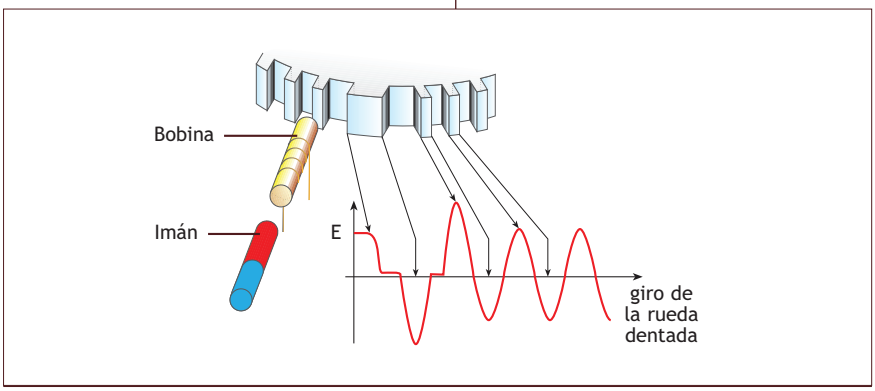


4.47. Partes de un generador de impulsos inductivo y su funcionamiento.

Funcionamiento del generador de impulsos inductivo

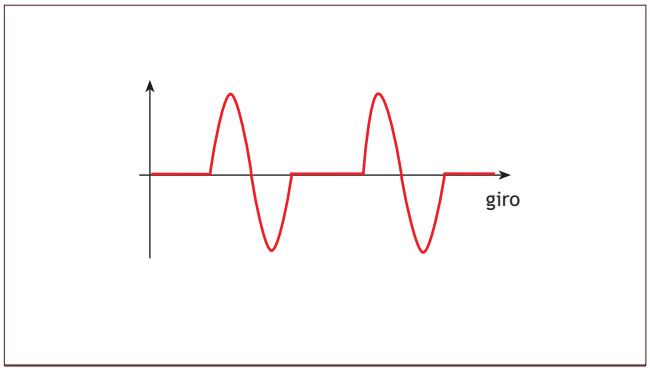
Cada vez que un diente pasa por delante del imán y de la bobina, desvía las líneas de fuerza haciéndolas pasar por la bobina. Cuando el generador está delante del hueco entre dientes, las líneas de fuerza se vuelven a retirar (Figura 4.47).

En estas condiciones, la bobina se encuentra bajo la influencia de un campo magnético variable, cortando sus líneas de fuerza y generándose en ella electricidad.

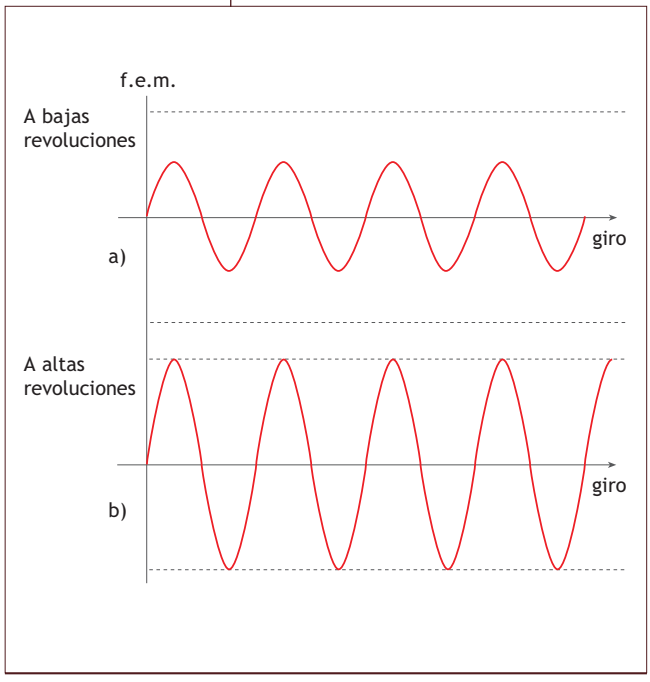


4.48. Variación de las líneas de fuerza en el sensor de impulsos inductivos.

- En cuanto el captador se sitúa delante del diente más grueso de la rueda dentada, aumenta la concentración de líneas de fuerza y, puntualmente, la tensión generada (Figura 4.48).
- Cuando es el perno el que se sitúa delante del sensor de impulsos inductivo, se genera tensión en la bobina una vez por vuelta (Figura 4.49).
- Cuando se encuentra el sensor delante de una rueda dentada con todos los dientes idénticos, podemos conocer la velocidad de la misma conociendo la frecuencia de las oscilaciones de la f.e.m. generada (Figura 4.50).



4.49. f.e.m. generada en el sensor de impulsos inductivos situado delante de un perno.



4.50. f.e.m. generada en el sensor de impulsos inductivos situado delante de una rueda dentada.

2.2 › Generadores eléctricos: dinamo y alternador

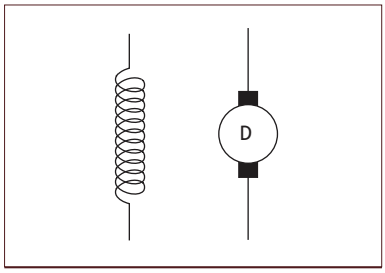
Los generadores eléctricos son aparatos que producen electricidad.

Existen dos tipos de generadores eléctricos:

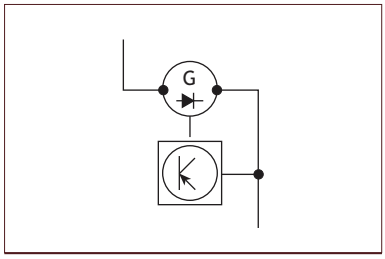
– Generadores de **corriente continua**, llamados **dinamos**.
– Generadores de **corriente alterna**, llamados **alternadores**.

4.51. Dinamo.

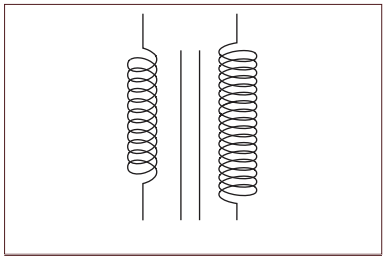
4.52. Alternador.



4.53. Símbolo eléctrico de la dinamo.



4.54. Símbolo eléctrico del alternador con regulador incorporado.



4.55. Símbolo del transformador.

En los esquemas eléctricos, la dinamo y el alternador vienen representados por los símbolos mostrados en las Figuras 4.53 y 4.54.

Todos los automóviles disponen de una batería para poner el motor térmico en funcionamiento. Como cualquier batería, esta se descarga con el uso y necesita, por tanto, que la recarguemos. Para ello, los automóviles disponen de generadores que además de cargar la batería se encargan de alimentar los consumos.

Antiguamente los automóviles iban provistos de dinamos, pero estas han sido sustituidas por alternadores.

Estos dispositivos eléctricos son tan importantes en el automóvil que les dedicaremos unidades didácticas enteras a lo largo del libro: en la unidad didáctica 8 estudiaremos la dinamo y en las unidades didácticas 9 y 10 estudiaremos el alternador, que es el generador utilizado en la actualidad en el automóvil.

2.3 › Transformador

El transformador es una máquina eléctrica cuya misión consiste en modificar el voltaje que le llega de un circuito en un voltaje distinto que llevará a otro circuito.

En los circuitos eléctricos se simboliza como se muestra en la Figura 4.55.

Está constituido por dos bobinas enrolladas sobre un núcleo de hierro, cada una de ellas perteneciente a uno de los circuitos con distintos voltajes. La bobina que está sometida a menor voltaje se denomina **bobina de baja** tensión y la que está sometida a mayor voltaje **bobina de alta** tensión.

Funcionamiento

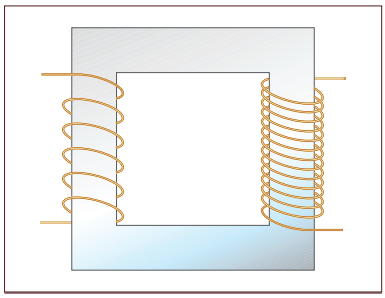
Cuando por una de las bobinas circula intensidad, se crea un campo magnético. Sus líneas de fuerza, debido a la permeabilidad magnética, pasan por el núcleo de hierro y la otra bobina queda bajo la influencia de este campo magnético.

Si la corriente que recorre la bobina es continua, solo se generará voltaje en la segunda bobina en el momento de dar intensidad en la primera, ya que después el campo magnético se estabiliza y por tanto ya no se genera electricidad. Volverá a dar voltaje en el instante en que se abra el circuito. Esta es la razón por la que los transformadores no funcionan con corriente continua.

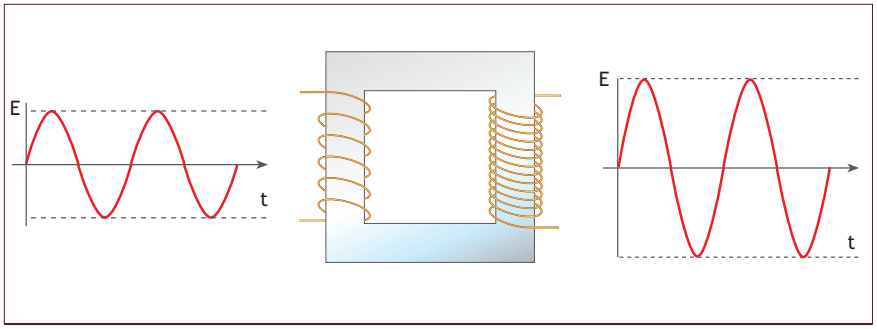
La intensidad de la corriente alterna se caracteriza por cambiar constantemente de sentido, modificándose también constantemente el sentido del campo magnético generado por ella.

Si hacemos pasar corriente alterna por una de las bobinas del transformador, la variación del sentido del campo magnético creado por ella afecta, gracias al núcleo de hierro, a la otra bobina. En esta se genera electricidad al encontrarse bajo la variación de un campo magnético que está continuamente cambiando de sentido.

La electricidad generada en la segunda bobina dependerá del campo magnético generado por la primera bobina y del número de espiras de la segunda bobina, pudiendo variar el voltaje en función de las espiras de que esté compuesta la bobina y siendo mayor en la bobina con mayor número de espiras.



4.56. Esquema eléctrico de un transformador.



4.57. Tensión de entrada y de salida de un transformador.

Actividades propuestas

13·· ¿Para qué se utiliza el generador de impulsos inductivo?

14·· ¿Dónde se coloca el generador de impulsos inductivo?

15·· ¿Cuáles son las partes de que consta el generador de impulsos inductivo?

16·· ¿En qué se parecen una dinamo y un alternador? ¿En qué se diferencian?

17·· ¿Cuál es la función de un transformador?

18·· En un transformador, ¿pueden ser idénticas las dos bobinas que lo componen?

Actividades finales

1·· Si en el interior de un solenoide tenemos colocado un imán, ¿estamos creando electricidad?

2·· Al introducir un imán en el interior de un solenoide, ¿estamos produciendo electricidad?

3·· Indica a qué corresponden cada uno de los dedos de la mano derecha según la regla de Fleming.

4·· ¿Qué fenómeno aparece en una bobina cuando en el circuito que la alimenta estamos constantemente abriendo y cerrando el interruptor?

5·· Define la ley de Lenz.

6·· Tenemos dos bobinas, una al lado de la otra y una de ellas conectada a una batería a través de un interruptor y la otra a un galvanómetro. Razona si marcará o no cero el galvanómetro en las siguientes situaciones:

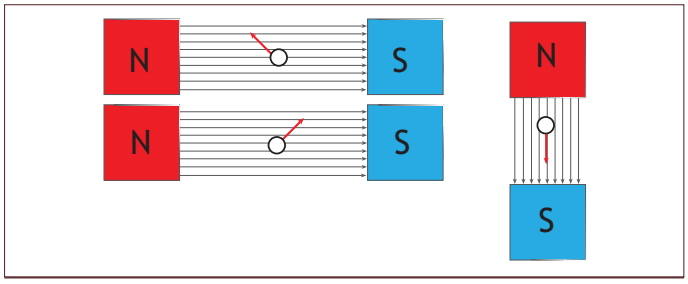
a) Si estamos cerrando el interruptor.
b) Cuando el interruptor está cerrado.
c) En el momento en el que estamos abriendo el interruptor.
d) Si el interruptor está abierto.

7·· Representa la gráfica que corresponde a la generación de fuerza electromotriz (f.e.m.) en una espira cuando da una vuelta entera en el interior de un campo magnético.

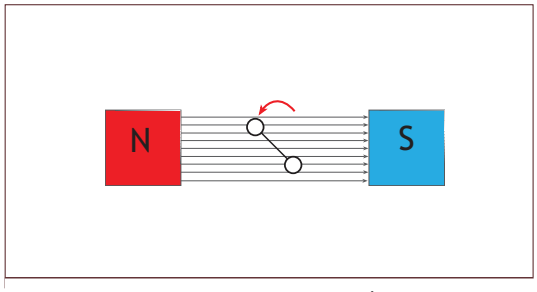
8·· ¿A qué llamamos frecuencia de una corriente alterna? ¿Y amplitud?

9·· En la actualidad, ¿los automóviles van provistos de dinamos o de alternadores?

10·· Representa en los siguientes dibujos el sentido que tendrá la intensidad generada en el conductor y en la espira en función de las condiciones indicadas en cada caso.

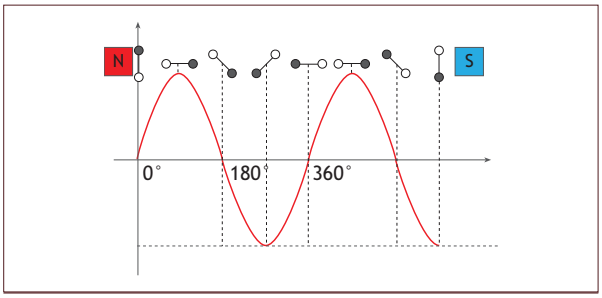


4.58. Conductor en movimiento en el interior de un campo magnético.



4.59. Espira girando en un campo magnético.

11·· Indica en qué puntos la f.e.m. generada coincidirá con la posición de la espira representada en la siguiente gráfica:



4.60. f.e.m. generada.

Caso final

El circuito de encendido

•• La batería que tenemos en el automóvil nos da una tensión de 13,2 V cuando está totalmente cargada, por lo que el alternador, que hoy en día es el encargado de cargar la batería, nos deberá dar una tensión ligeramente superior.

Para que funcione el motor Otto o de gasolina, necesitamos que salte la chispa en la bujía (el salto de la chispa no es más que el salto de electrones entre los dos electrodos de la bujía). Como en el interior de la cámara de combustión se encuentra la mezcla a presión, el esfuerzo que deben hacer los electrones para saltar es equivalente al esfuerzo que deberían hacer si estuvieran en el aire a una distancia entre electrodos de 1 cm.

Así pues, el voltaje necesario para el salto de los electrones en estas condiciones es del orden de 15 000 V.

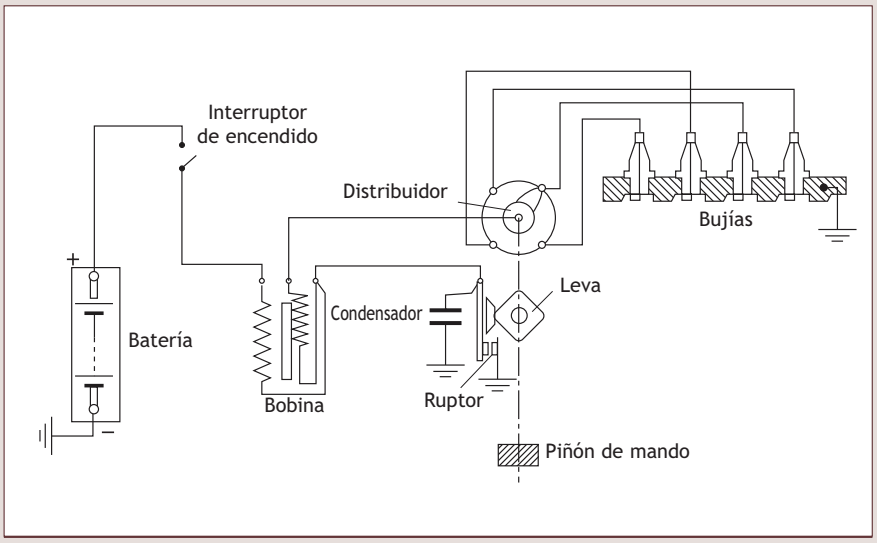
Según acabamos de estudiar, disponemos de transformadores que se encargan precisamente de aumentar o disminuir los voltios que se le suministran. El problema que se nos plantea es cómo podemos utilizar un transformador si la corriente que tenemos en el automóvil es continua y estos no funcionan con corriente continua.

Solución •• Efectivamente, la corriente que nos suministran la batería y el alternador del automóvil es continua y con una tensión de 12 V, mientras que la tensión que necesitamos en la bujía es muy superior, unos 15 000 V.

El circuito que se encarga de hacer llegar la electricidad en condiciones adecuadas a cada una de las bujías en el momento que les corresponde es el denominado **circuito de encendido**.

La solución que adopta este circuito para que nuestro transformador funcione (bobina de encendido) es hacer discontinua la corriente que sale de la batería. Para ello, se coloca un interruptor accionado mediante una leva cuadrada (en el caso de un motor de 4 cilindros), la cual recibe el giro directamente del motor térmico del vehículo. Con esto hemos solucionado nuestro problema: ahora el transformador (bobina de encendido) puede transformar el voltaje.

El interruptor que figura en este circuito se denomina **platinos** (el material de que estaba fabricado era platino).

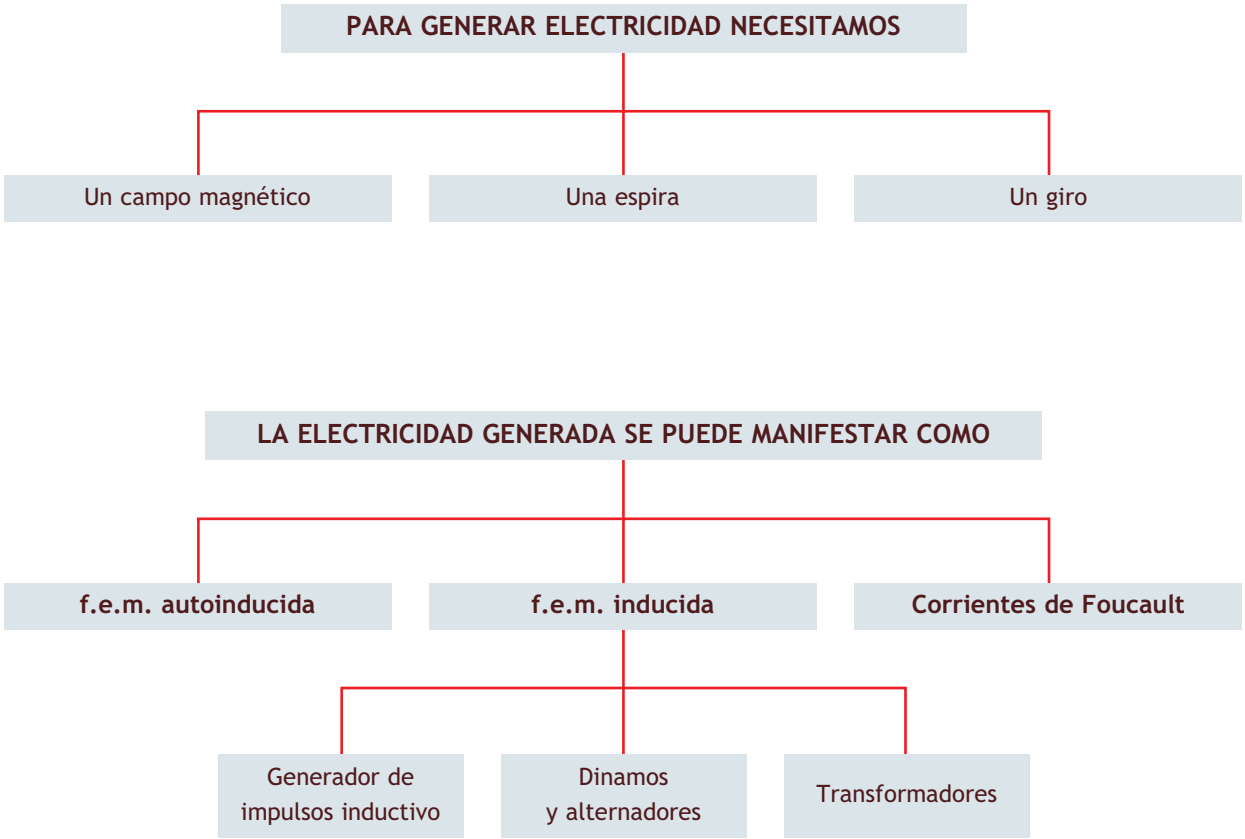


4.61. Circuito de encendido tradicional.

Durante muchos años, esta ha sido la solución adoptada, pero los platinos planteaban el problema de que, en caso de mojarse, dejaba de funcionar el coche sin tener ninguna avería: la gota que quedaba entre sus contactos ejercía de conductora, por lo que aunque los contactos se separaran, seguía conduciendo la electricidad.

Los platinos han sido sustituidos por un circuito electrónico que realiza su misma función pero sin interruptor mecánico, evitando así los problemas con el agua.

Ideas clave


PARA GENERAR ELECTRICIDAD NECESITAMOS
Un campo magnético
Una espira
Un giro
LA ELECTRICIDAD GENERADA SE PUEDE MANIFESTAR COMO
f.e.m. autoinducida
f.e.m. inducida
Corrientes de Foucault
Generador de impulsos inductivo
Dinamos y alternadores
Transformadores

GENERACIÓN DE **ELECTRICIDAD**

La electricidad que llega hasta nuestras casas y que consumimos proviene de centrales eléctricas. Estas transforman una energía primaria en energía eléctrica. Dependiendo de la fuente primaria de energía utilizada, estas centrales generadoras se pueden clasificar:

- Térmicas: utilizan combustible para generar calor (normalmente gas).
- Nucleares: utilizan la energía que se produce en la fisión del átomo.
- Hidroeléctricas: utilizan la energía potencial y cinética del agua.
- Eólicas: utilizan la energía del viento.
- Solares: utilizan la radiación solar.
- Mareomotrices: utilizan la energía producida por las mareas.
- Geotérmicas: utilizan la energía térmica de la tierra.

De todos estos tipos de centrales generadoras, son las tres primeras las que producen la mayor parte de electricidad que consumimos.

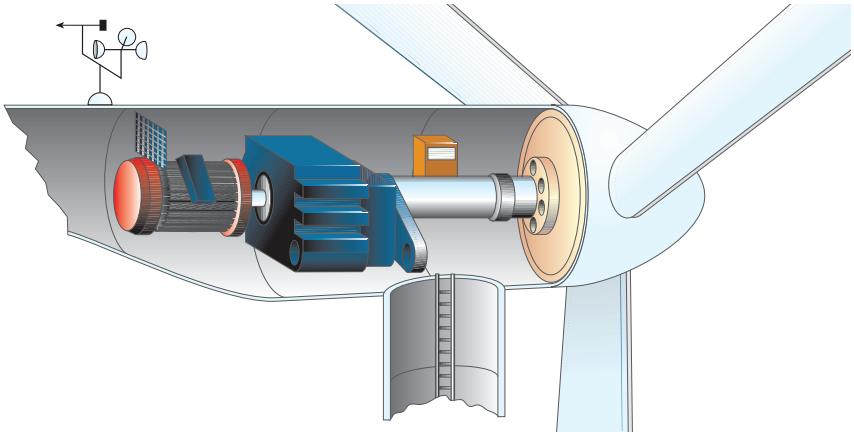
Exceptuando las centrales solares con paneles fotovoltaicos, todas estas centrales tienen en común la utilización de alternadores movidos por diferentes turbinas.

Actualmente se están empezando a utilizar cada vez más las llamadas energías limpias o verdes, que son aquellas que no contaminan ni generan residuos contaminantes.

Una prueba de ello es la cantidad de parques eólicos que se están instalando.

En este caso concreto, en los parques eólicos se colocan aerogeneradores que incorporan unas aspas unidas a un eje que transforman la energía cinética del viento en una energía rotatoria del eje.

El problema básico es la poca velocidad que alcanzan estas aspas. Para ello se dispone a la salida del eje de un multiplicador que, mediante engranajes, consigue transformar su velocidad rotatoria unas 70 veces.



A la salida de la caja multiplicadora, llevan incorporado el alternador (el rotor del cual gira aproximadamente a unas 1 500 rpm), encargado de generar la energía eléctrica y enviarla hacia un transformador.

Este transformador sube el voltaje y baja la intensidad para disminuir el calentamiento del cableado y así poder transportar la electricidad a unas subestaciones de almacenamiento.

Las energías verdes no son suficientes para abastecer el consumo que necesitamos, por lo que la ciencia ha de avanzar para producir más electricidad sin contaminar.

unidad 5

Introducción a la electrónica

SUMARIO

- Materiales semiconductores
- El diodo
- El diodo zener
- El transistor
- El tiristor
- El efecto Hall
- Pinza amperimétrica

OBJETIVOS

- Comprender la importancia de los materiales semiconductores en la electrónica.
- Conocer y diferenciar los componentes electrónicos básicos.
- Entender y saber aplicar el efecto Hall.

1 >> Materiales semiconductores

Los materiales semiconductores son la base de la electrónica y se caracterizan por el hecho de dejar pasar la electricidad si se cumplen unas determinadas condiciones. En caso de no cumplirse dichas condiciones, actúan como materiales aislantes.

Los materiales semiconductores más comunes son el silicio (Si), el germanio (Ge), el arseniuro de galio (GaAs) y el fosfuro de indio (InP). De todos ellos, el que tiene mayor aplicación es el silicio y es en él en el que centraremos nuestro estudio, aunque es válido también para el resto de materiales semiconductores.

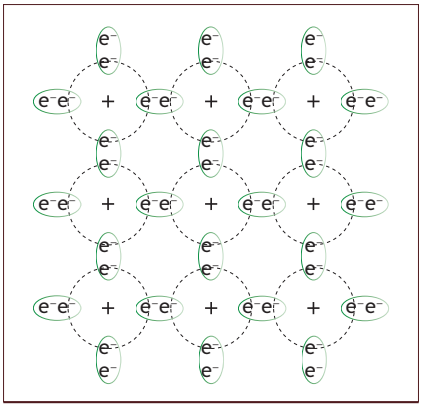
Si nos fijamos en la tabla periódica de los elementos que hemos repasado en la primera unidad del libro, vemos que el silicio tiene como número atómico 14, lo que significa que tiene 14 protones (+), 14 electrones (-) y un número similar de neutrones (sin carga eléctrica), como se representa en la Figura 5.1.

Al colocar cada electrón en la capa que le corresponde según la Figura 5.1, se puede ver que en la última quedan 4 electrones. Esta es la característica común que tienen todos los materiales semiconductores.

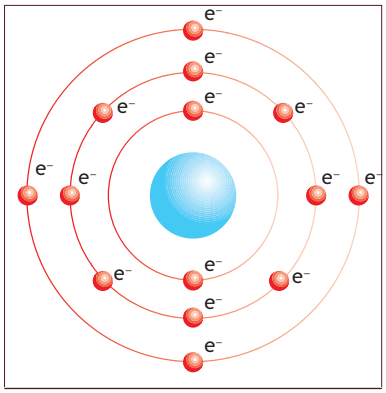
El silicio es un material sólido a temperatura ambiente. Sus átomos se mantienen unidos gracias a enlaces covalentes y están ordenados formando una red cristalina tal como indica la Figura 5.2.

En la Figura 5.2 se representan, con el símbolo + en la parte central, el conjunto de protones (14), neutrones y los electrones internos (10), que, por la fuerza de atracción con el propio núcleo, no se separan de él. Dicho conjunto es positivo al tener 14 cargas positivas y tan solo 10 negativas.

Separados de la parte central, se encuentran los electrones cuatro exteriores, cuya fuerza de atracción con el núcleo es mucho menor.



5.2. Red cristalina del silicio.



5.1. Representación del átomo de silicio.

El enlace covalente

Consiste en compartir electrones con los átomos vecinos quedando la última capa de cada átomo con ocho electrones, es un enlace que se forma cuando los átomos tienen 4 electrones en su capa más externa y se caracteriza por ser un enlace muy estable.

Fuerzas que actúan sobre los electrones

Los electrones se encuentran bajo la acción de dos fuerzas contrarias, están sujetos, por un lado, a la atracción de cargas de distinto signo que tienen con el núcleo y, por otro, a la fuerza centrífuga que aparece siempre que un cuerpo está girando y que los expulsaría hacia el exterior. A medida que nos alejamos del núcleo la fuerza de atracción va disminuyendo.

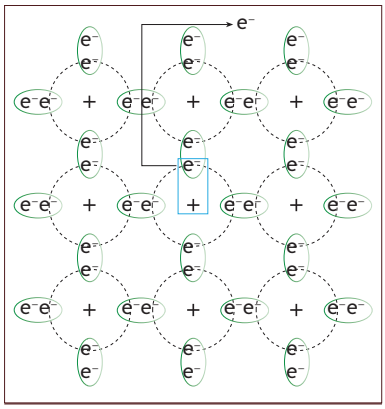
Actividades propuestas

1·· Representa la distribución de electrones del átomo de germanio sabiendo que su número atómico es 32 y que en la primera capa del átomo caben 2 electrones, en la segunda 8 y en la tercera 18.

2·· Una vez realizada la distribución electrónica del átomo de germanio, ¿sabrías decir cuántos electrones se encuentran en su órbita más externa?

3·· ¿Qué tipo de enlace es el que unirá entre sí a los distintos átomos de germanio?

4·· Pon cuatro ejemplos de elementos que estén sometidos a fuerza centrífuga.



5.3. Átomo que ha quedado cargado positivamente al perder un electrón.

Materiales semiconductores intrínsecos

Un semiconductor intrínseco es el que está formado por un único componente, por ejemplo el silicio.

A continuación, vamos a estudiar cómo se produce su conducción.

En un cuerpo sólido, los átomos están continuamente vibrando. Dicha vibración aumenta al aumentar su temperatura.

Si aplicamos este conocimiento a los materiales semiconductores, entenderemos que, al aumentar su temperatura y vibrar fuertemente los átomos, algunos electrones salgan disparados del lugar que ocupaban en la red cristalina y queden libres como si de un material conductor se tratara.

La cantidad de electrones libres dependerá enormemente de la temperatura a la que se encuentren.

En cualquier caso, el número de electrones que han quedado libres es muy inferior al número de electrones libres que posee un material conductor, siendo la resistencia del material semiconductor muy superior a la que tiene un material conductor.

Sabemos que el número de electrones y el número de protones de un átomo es idéntico, lo que hace que el átomo en su conjunto sea neutro, pero ¿qué pasa cuando un electrón salta de un átomo?

5.4. En la arena del mar hay silicio.

El átomo en el que estaba colocado queda cargado positivamente, ya que tiene un protón más que electrones (Figura 5.3).

Aprendimos en la unidad didáctica 1 que la electricidad es el desplazamiento de electrones, si bien se considera que la intensidad circula en sentido contrario a como lo hacen los electrones.

Así pues, en la circulación de electricidad a través de materiales semiconductores, en lugar de pensar en los electrones que se desplazan pensaremos en los huecos que dejan y que corresponden a cargas positivas, ya que el átomo que tiene un hueco ha perdido un electrón y ha quedado cargado positivamente. Los semiconductores intrínsecos tienen una resistividad cercana a los materiales aislantes y, por tanto, son malos conductores.

Materiales semiconductores extrínsecos

Para mejorar la conductividad de los materiales semiconductores intrínsecos, se les añade pequeñas cantidades de otros elementos denominados **impurezas.**

Al hecho de introducir las impurezas es a lo que denominamos **dopaje** del semiconductor.

Las impurezas que se introducen en los semiconductores extrínsecos se corresponden con los elementos que en la tabla periódica se encuentran cercanos al silicio.

Estos elementos son los que aparecen en la Tabla 5.1.

Los elementos más utilizados como impurezas son los marcados en color azul en la Tabla 5.1 y los que se utilizan menos son los marcados en color verde.

Columna III	Columna IV	Columna V
B	C	N
Al	Si	P
Ga	Ge	As
In	Sn	Sb
Tl	Pb	Bi

Tabla 5.1. Elementos cercanos al silicio en la tabla periódica.

Según la cantidad de impurezas que introduzcamos, el semiconductor extrínseco conducirá mejor o peor la electricidad, pudiendo llegar a estados de conducción cercanos a los de los conductores.

De este modo, podemos fabricar el semiconductor que más se ajuste a la aplicación a la que vaya destinado.

Según el tipo de impurezas que introduzcamos en el semiconductor intrínseco, tendremos un semiconductor extrínseco **tipo n** o **tipo p.**

Semiconductor tipo n

Observando la Tabla 5.1, nos encontramos en la columna de la derecha (Columna V) con elementos con un electrón más, por lo que tendrán 5 electrones en su capa externa.

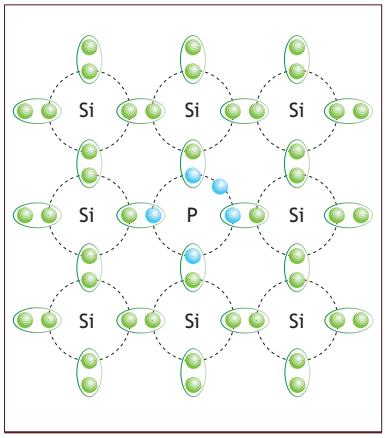
Uno de estos elementos es el fósforo (P).

> **El semiconductor tipo n es un semiconductor extrínseco dopado con impurezas de un elemento con cinco electrones en su capa externa.**

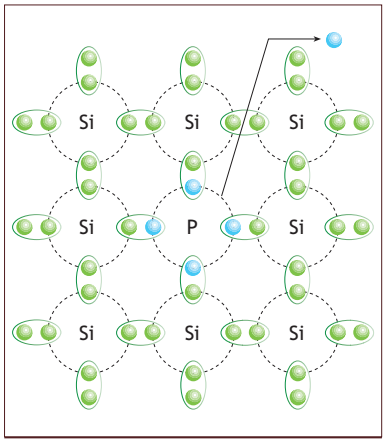
Al colocar impurezas de fósforo en el interior de un conjunto de átomos de silicio, los átomos de fósforo ocuparán el espacio correspondiente a un átomo de silicio formando con los átomos vecinos enlaces covalentes y quedando el quinto electrón del fósforo libre (Figura 5.5).

Para diferenciar a los átomos de silicio de los del fósforo, hemos pasado a representar el conjunto de protones, neutrones y electrones internos del átomo por sus símbolos Si y P.

En este caso, la temperatura ambiente es suficiente para que el quinto electrón salte de su átomo y este quede cargado positivamente (Figura 5.6).



5.5. Semiconductor tipo n.



5.6. Semiconductor tipo n con un electrón que ha abandonado su átomo.

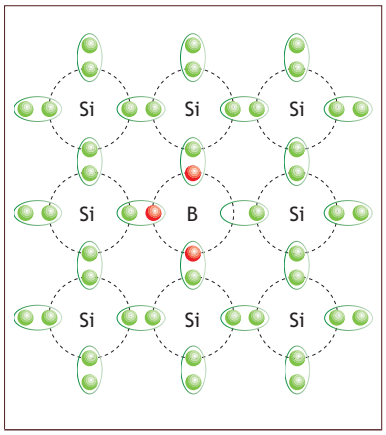
A este tipo de conductores se les denomina **n** (de negativo) porque el **desplazamiento de** cargas eléctricas lo realizan los **electrones** (-).

Semiconductor tipo p

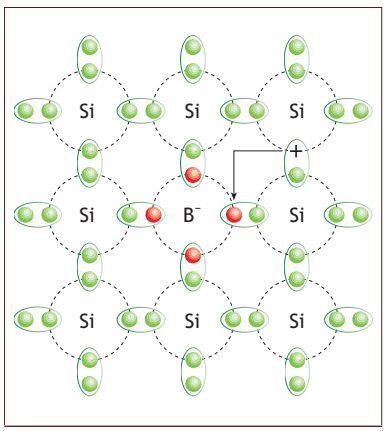
Si nos fijamos ahora en los elementos de la primera columna de la Tabla 5.1 (Columna III), nos encontramos con elementos con 3 electrones en su capa externa. Uno de estos elementos es el boro (B).

El semiconductor tipo p es un semiconductor extrínseco dopado con impurezas de un elemento con 3 electrones en su capa externa.

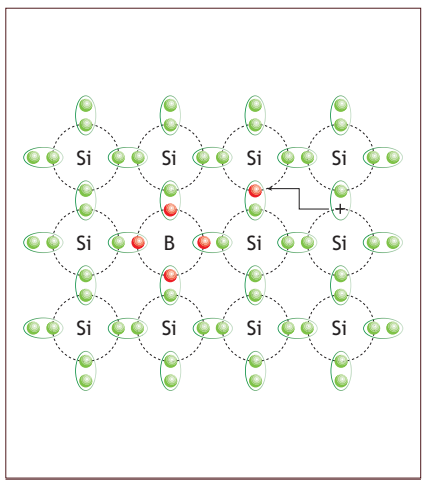
Al colocar impurezas de boro en el interior de un conjunto de átomos de silicio, los átomos de boro ocupan el espacio correspondiente a un átomo de silicio formando con ellos enlaces covalentes y quedando enlaces con huecos debido a la falta de un electrón en la capa exterior del boro (Figura 5.7).



5.7. Semiconductor tipo p.



5.8. Semiconductor tipo p con un electrón que ocupa su hueco.



5.9. Semiconductor tipo p con un electrón que viene a ocupar su hueco.

También en este caso la temperatura ambiente es suficiente para que un electrón vecino salte de su átomo y vaya a ocupar el hueco que tiene el boro, quedando cargado negativamente el átomo de boro y positivamente el átomo de donde ha salido el electrón (Figura 5.8).

Una vez que un electrón se ha desplazado hacia el átomo de boro, cualquier otro electrón vendrá a ocupar el hueco que ha dejado (Figura 5.9), apareciendo un desplazamiento de cargas positivas o desplazamiento de huecos (h^+) .

A este tipo de conductores se les denomina **p** (de positivo) porque en ellos se producen **desplazamientos de huecos** (+).

Actividades propuestas

5·· Define semiconductor intrínseco y semiconductor extrínseco.

6·· Enumera todos los posibles elementos que nos permiten obtener un semiconductor extrínseco.

7·· Indica cuáles de las siguientes afirmaciones son correctas:

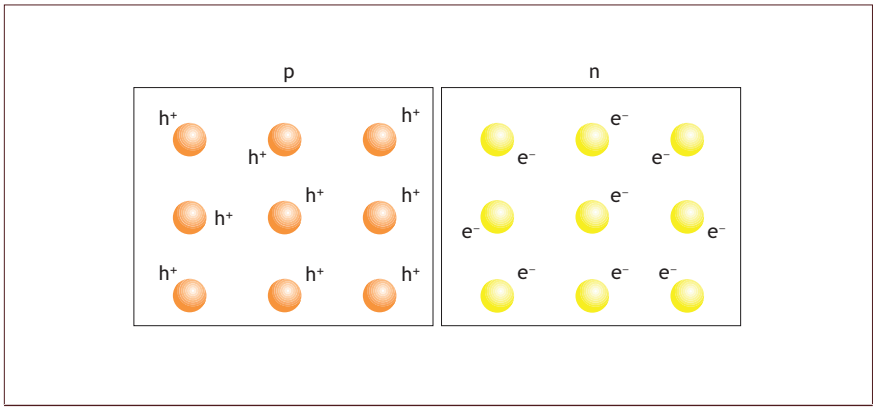
a) La característica común que presentan los elementos que permiten obtener un semiconductor tipo p es que tienen cinco electrones en su última órbita.
b) La característica común que presentan los elementos que permiten obtener un semiconductor tipo n es que tienen cinco electrones en su última capa.
c) Un semiconductor tipo n tiene electrones libres.
d) Un semiconductor tipo p tiene huecos.

2 >> El diodo

El diodo es el componente electrónico más sencillo y le prestaremos una especial atención.

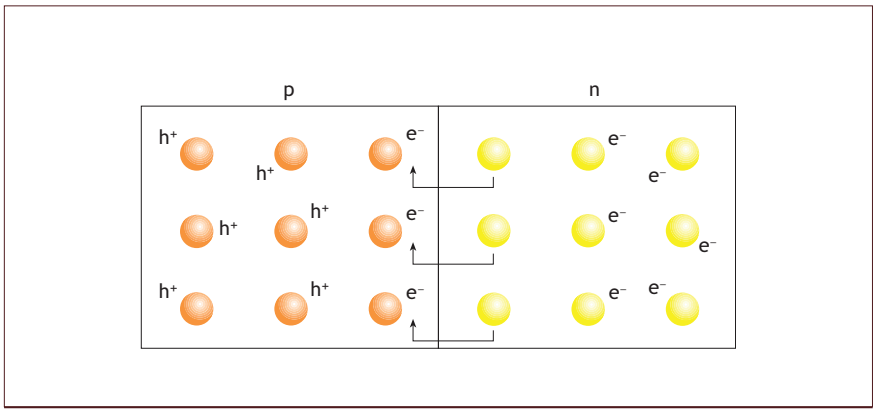
2.1 > Composición de un diodo

Un diodo está constituido por la unión de dos semiconductores, uno de tipo **p** y otro de tipo **n**, que forman lo que se denomina normalmente **unión p-n** (Figura 5.10).



5.10. Unión p-n.

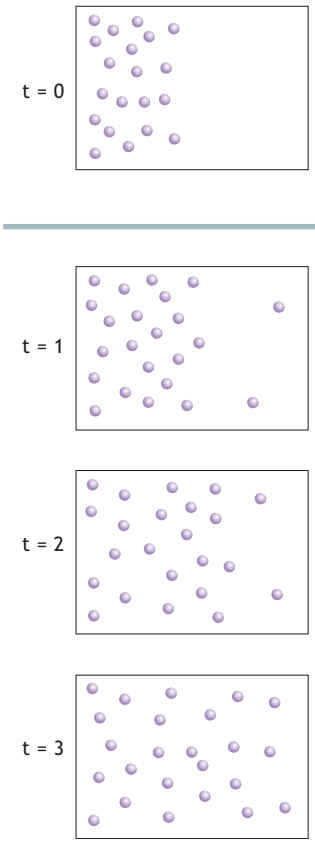
Cuando juntamos un semiconductor tipo **p** con uno tipo **n** se produce un fenómeno llamado **difusión**, que consiste en que los electrones libres del semiconductor tipo **n** se desplacen hacia los huecos cercanos del semiconductor tipo **p** (Figura 5.11).



5.11. Difusión.

En este momento, en la zona de unión, quedan cargas eléctricas que serán de la siguiente manera:

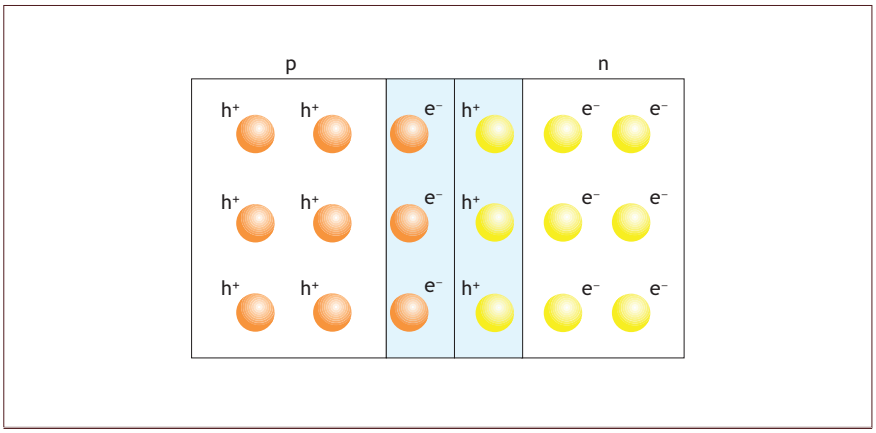
– **Positivas.** En la zona del semiconductor tipo **n** cercana al semiconductor tipo **p.**
– **Negativas.** En la zona del semiconductor tipo **p** cercana al semiconductor tipo **n.**



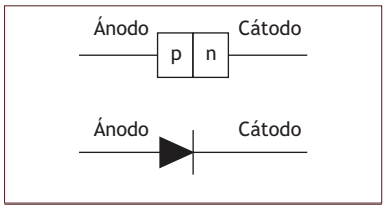
¿A qué denominamos difusión?

El fenómeno de difusión aparece siempre que hay una concentración de cargas eléctricas haciendo que, con el tiempo (t_o, t_1 y t_2) pasen las cargas eléctricas de la zona donde estaban concentradas a la zona restante del material.

Y se crea entre ambas una **barrera de potencial** (Figura 5.12).



5.12. Barrera de potencial.



5.13. Símbolo de un diodo.

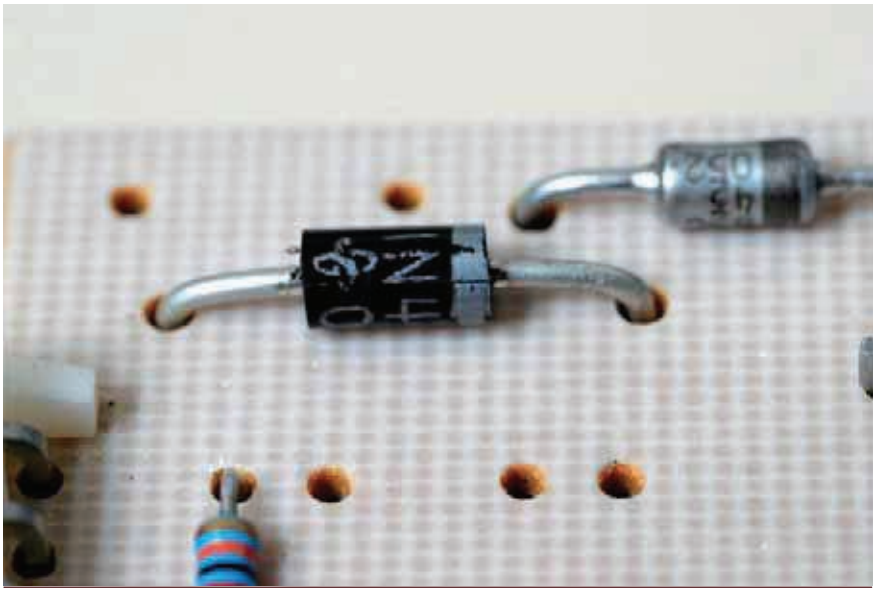
La barrera de potencial es la razón por la cual el diodo de silicio necesita un voltaje mínimo de unos 0,6 V para conducir y, al mismo tiempo, impide que siga avanzando la difusión y afecte a todo el semiconductor.

El símbolo que utilizamos en los circuitos eléctricos para representar diodos es el que aparece en la Figura 5.13. El extremo que corresponde al semiconductor tipo **p** se denomina **ánodo**, mientras que el extremo que corresponde al semiconductor tipo **n** recibe el nombre de **cátodo.**

En los diodos viene representada una franja en uno de sus extremos que indica que ese es el extremo correspondiente al cátodo o zona **n** (Figura 5.14).

2.2 > Polarización de un diodo

Después de estudiar en qué consiste un diodo veremos a continuación su comportamiento cuando es sometido a un voltaje.



5.14. Forma real de un diodo.

Técnica

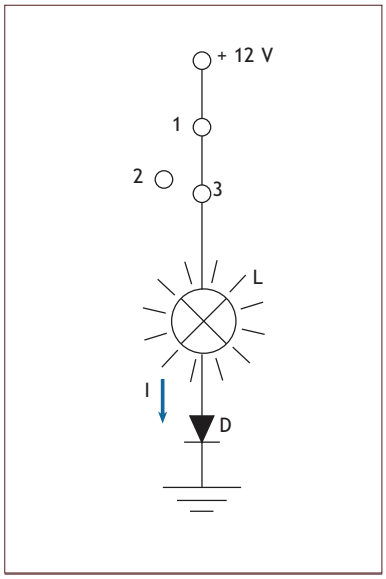
Diodo polarizado directamente

•• El objetivo de esta práctica es descubrir cómo se comporta un diodo cuando está polarizado directamente.

Desarrollo •• Que un diodo esté polarizado directamente significa que su zona **p** está unida al terminal positivo de la fuente de alimentación, mientras que su zona **n** lo está al terminal negativo.

Materiales

- 1 bastidor.
- 1 fuente de alimentación de 12 V.
- 1 interruptor.
- 1 portalámparas con lámpara piloto.
- 1 diodo.
- Varios puentes de cortocircuito.



5.15. Esquema eléctrico con lámpara y diodo polarizado directamente.

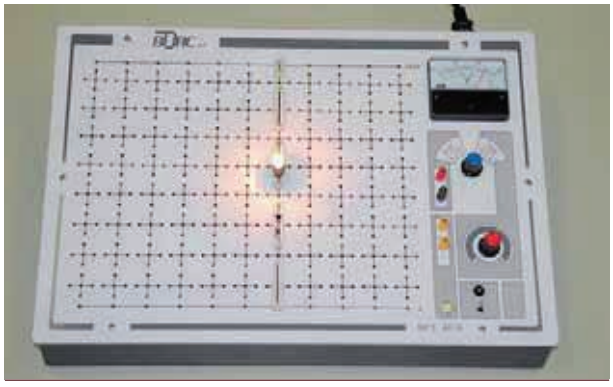
Conectaremos el diodo, el portalámparas con la lámpara piloto, el interruptor y los puentes de cortocircuito según el esquema de la Figura 5.15.

En el circuito de la Figura 5.16 podemos observar cómo, con el interruptor cerrado, la lámpara se ilumina.

Pasaremos a continuación a medir la caída de tensión del diodo. Para ello:

- Colocaremos el selector del polímetro en posición de voltaje.
- Los conectores de las puntas de pruebas irán de la siguiente manera: el negativo o negro en su conector y el positivo o rojo en la posición de voltímetro.
- Por otro lado, colocaremos la punta de pruebas positiva o roja en el extremo positivo del diodo y la otra punta de pruebas negativa o negra en su extremo negativo.

En estas condiciones, el voltímetro nos debe dar un valor cercano a los 0,6 V.

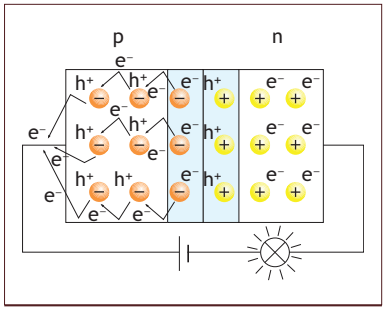


5.16. Circuito con lámpara y diodo polarizado directamente.

Cuando un diodo es polarizado directamente, lo que ocurre en su interior es que los electrones que están en la barrera de potencial son atraídos por el terminal positivo de la fuente de alimentación y se desplazan hacia ella (Figura 5.17).

A medida que los electrones se van desplazando hacia el terminal positivo de la fuente de alimentación, van dejando huecos que serán ocupados por nuevos electrones de la zona **n**.

Los electrones de la zona **n** serán rechazados por el terminal negativo de la fuente de alimentación a la vez que serán atraídos por el terminal positivo de la misma, conduciendo de esta manera la electricidad, como si de un conductor se tratase.



5.17. Desplazamiento de electrones de la barrera de potencial.

Técnica

Diodo polarizado inversamente

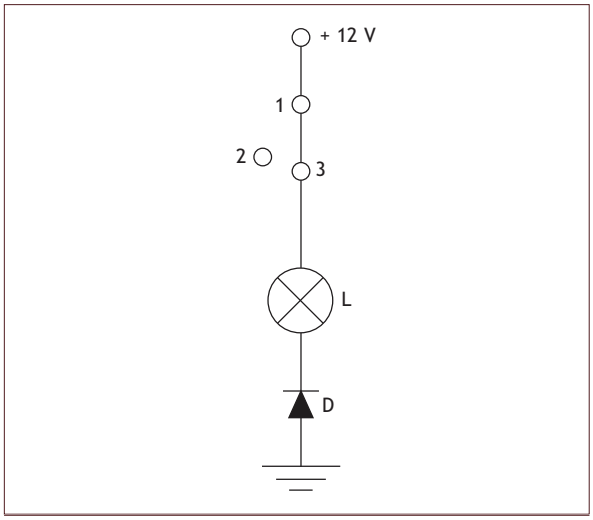
•• El objetivo de esta práctica es descubrir cómo se comporta un diodo cuando está polarizado inversamente.

Desarrollo •• En esta práctica cogeremos el diodo y lo conectaremos dándole un giro de 180° según nos muestra el esquema de la Figura 5.18.

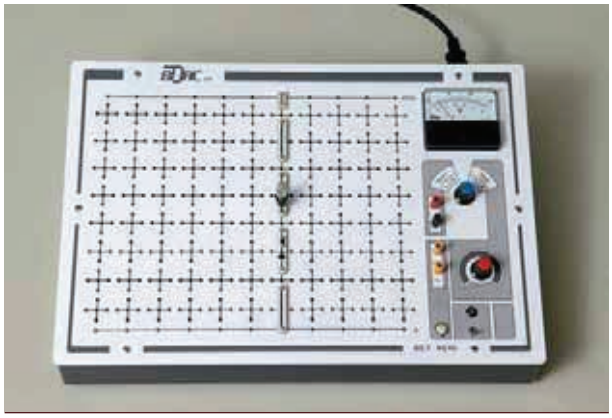
En el circuito de la Figura 5.19 podemos comprobar cómo, en este caso, la lámpara no se ilumina.

Materiales

- 1 bastidor.
- 1 fuente de alimentación de 12 V.
- 1 interruptor.
- 1 portalámparas con lámpara piloto.
- 1 diodo.
- Varios puentes de cortocircuito.

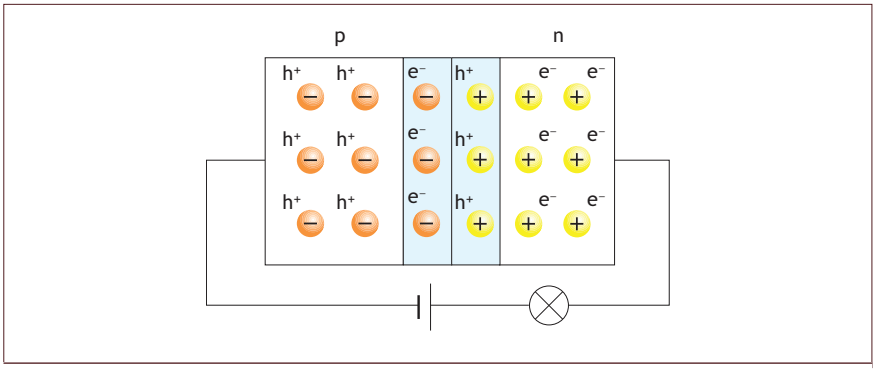


5.18. Esquema eléctrico con lámpara y diodo polarizado inversamente.



5.19. Circuito con lámpara y diodo polarizado inversamente.

Cuando un diodo se polariza inversamente, prácticamente no hay electrones libres en la zona **p** que se puedan desplazar hacia el terminal positivo de la fuente de alimentación. Al mismo tiempo, en la zona **n** no hay huecos a los que puedan saltar los electrones. De este modo, un diodo polarizado inversamente actúa prácticamente como un aislante (Figura 5.20).

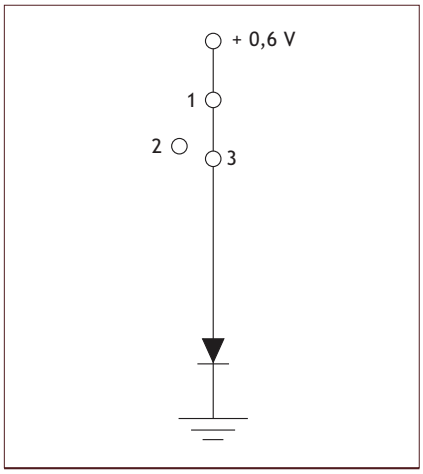


5.20. Unión p-n polarizada inversamente.

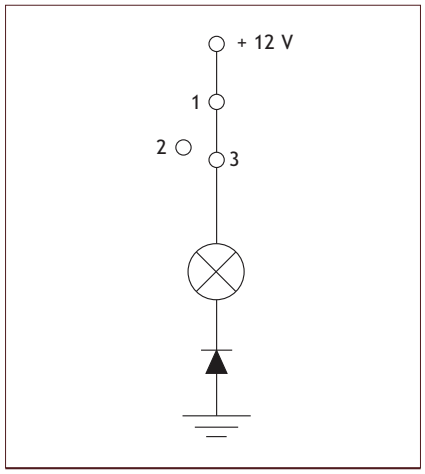
2.3 > Característica de funcionamiento de un diodo

Es posible resumir todo lo explicado anteriormente diciendo:

– Si usamos el silicio como material semiconductor, un diodo polarizado directamente conduce siempre que la tensión a la que está sometido sea superior a 0,6 V (Figura 5.21).
– Un diodo polarizado inversamente no conduce, independientemente de la tensión a la que lo sometamos (Figura 5.22).



5.21. Diodo polarizado directamente.



5.22. Diodo polarizado inversamente.

Polarización inversa

Si a un diodo polarizado inversamente le vamos aumentando la tensión cuando llegue a una determinada tensión se destruirá.

Actividades propuestas

8·· Realiza el esquema eléctrico de un circuito con una batería, una resistencia, un interruptor y un diodo. A continuación, coloca en él todos los elementos en la posición adecuada para que pueda pasar la electricidad a través de la resistencia cuando el interruptor esté cerrado.

9·· Realiza el esquema eléctrico de un circuito con una batería, una resistencia, un interruptor y un diodo. Coloca en él todos los elementos en la posición para que no pueda pasar la electricidad a través de la resistencia cuando el interruptor esté cerrado.

10·· Di si son ciertas o falsas las siguientes afirmaciones:

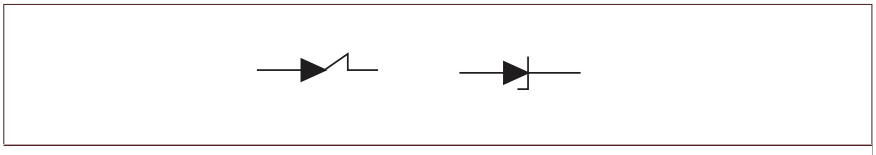
a) El diodo es un elemento electrónico constituido por una unión p-n.
b) El diodo es un elemento electrónico constituido por una unión n-p.
c) El fenómeno de la difusión aparece siempre que unimos un material semiconductor tipo p con otro material semiconductor tipo p.
d) Se crea una barrera de potencial siempre que se une un material semiconductor tipo p con otro material semiconductor tipo n.
e) En un diodo, el extremo que corresponde al semiconductor tipo p recibe el nombre de cátodo.
f) En el exterior de los diodos, se representa una franja en uno de sus extremos para identificar al ánodo.
g) La caída de tensión de un diodo de silicio es del orden de 0,6 V.
h) Un diodo conduce siempre que esté polarizado inversamente.
i) Cuando conduce un diodo, los electrones se desplazan por su interior desde la zona n a la zona p.
j) Un diodo polarizado directamente se comporta prácticamente como un material aislante.
k) Un diodo polarizado inversamente se comporta prácticamente como un material conductor.

3 >> Diodos especiales

En este apartado estudiaremos los diodos zener y los diodos led debido a su gran aplicación en los circuitos eléctricos del automóvil.

3.1 > Diodo zener

Un diodo zener, a diferencia de los diodos en general, trabaja siempre en polaridad inversa, donde conduce si el voltaje que lo alimenta sobrepasa un determinado valor, característico de cada diodo zener, denominado **tensión de ruptura**. Existen dos símbolos para representar un diodo zener y son los representados en la Figura 5.23.



5.23. Símbolo del diodo zener.

Casos prácticos

Estado de conducción y de bloqueo de un diodo zener

•• Disponemos de un diodo zener que tiene una tensión de ruptura de 12 V y lo conectamos a través de una lámpara y un interruptor a:

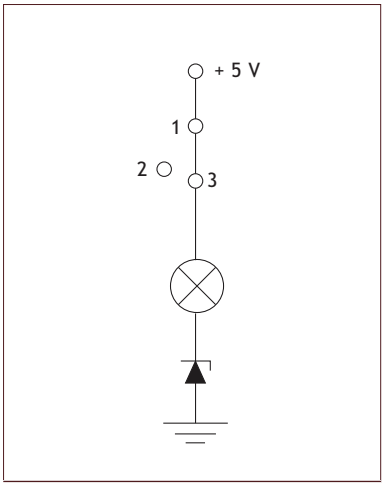
a) Una fuente de tensión de 5 V.
b) Una fuente de tensión de 15 V.

Dibujar en ambos casos el circuito e indicar si se encuentra el diodo zener en fase de conducción o en fase de bloqueo.

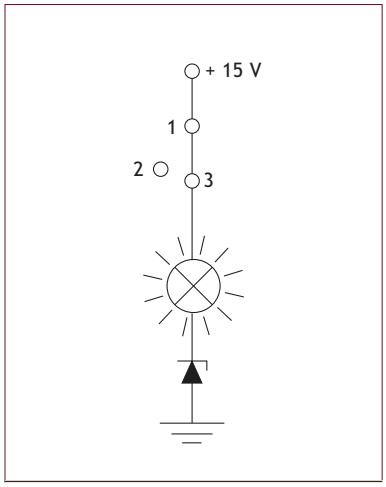
Solución ••

En los dos casos, conectaremos el diodo en polaridad inversa.

a) En el primer caso (Figura 5.24), debido a que la tensión a qué está sometido el diodo zener (5 V) es inferior a su tensión de ruptura (12 V), se encontrará en la fase de bloqueo y la lámpara no se iluminará.
b) En cambio, en el segundo caso (Figura 5.25), la tensión a qué está sometido el diodo zener (15 V) es superior a su tensión de ruptura (12 V) y por tanto se encontrará en la fase de conducción, dejando pasar por él electricidad e iluminándose la lámpara.



5.24. Diodo zener en fase de bloqueo.



5.25. Diodo zener en fase de conducción.

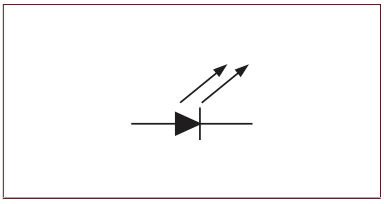
3.2 > Diodo led

Un diodo led es un diodo que al ser polarizado directamente deja pasar intensidad y produce luz. La luz que emite un diodo led puede ser de diferentes colores: rojo, verde, ámbar, etc.

5.26. Semáforo constituido por leds.

Los diodos led trabajan con tensiones de 2V y cada vez se utilizan más en los automóviles. Se colocan, por ejemplo, para iluminar el cuadro de instrumentos o en los intermitentes laterales, ya que, al no poseer filamento, su duración es mucho mayor que la de las lámparas convencionales.

Los led, como diodos que son, tienen polaridad. Esta viene indicada por el diferente tamaño de sus dos contactos, que además indica la posición en la que hay que colocarlos en el portalámparas. El diodo led se simboliza en los circuitos como se muestra en la Figura 5.27.



5.27. Símbolo del diodo led.

Semáforos y básculas

Los semáforos más modernos están constituidos (Figura 5.26) por un gran número de puntos luminosos, cada uno de estos puntos son diodos led. También van equipados con diodos led las básculas que nos encontramos en los supermercados y que tienen la numeración en color rojo o en color verde.

Práctica 8

Actividades propuestas

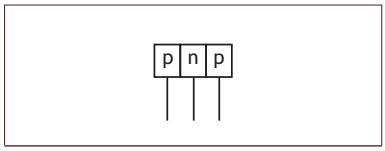
11·· Indica si las siguientes afirmaciones son ciertas o falsas:

a) El diodo led emite luz cuando está polarizado directamente.
b) El diodo zener se bloquea cuando se encuentra con polarización directa.
c) Se llama tensión de ruptura a la tensión a partir de la cual el diodo zener entra en fase de conducción cuando está polarizado inversamente.
d) El diodo led, al no tener filamento, tiene una vida mucho mayor que la de una lámpara convencional.

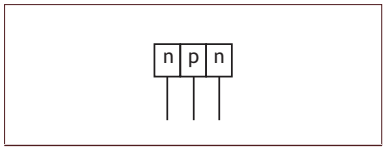
12·· ¿Conducirá un diodo zener que tiene una tensión de ruptura de 6 V si está polarizado inversamente y está sometido a una tensión de 12 V? ¿Y si está sometido a 5 V?

13·· ¿Cuál de los siguientes diodos está en fase de conducción cuando se encuentra polarizado directamente?

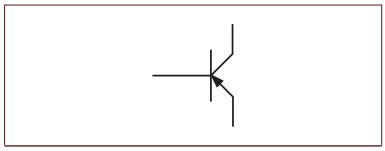
a) El zener.
b) El led.



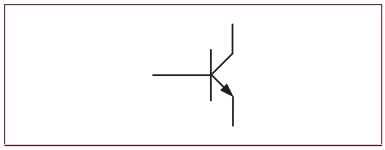
5.28.a. Partes de un transistor pnp.



5.28.b. Partes de un transistor npn.



5.29.a. Símbolo de un transistor pnp.



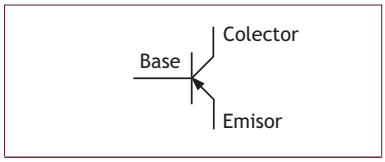
5.29.b. Símbolo de un transistor npn.

Práctica 9

Para memorizar sin esfuerzo

Podemos representar fácilmente un transistor sin temor a equivocarnos si relacionamos:

- El transistor **pnp** con la palabra **pe**netra (el sentido de la flecha es de entrada al transistor).
- El transistor **npn** con las palabras **no** penetra (el sentido de la flecha es de salida del transistor).



5.30.a. Colector, base y emisor (pnp).

4 >> El transistor

El transistor es un componente electrónico básico que está constituido por la unión de dos diodos con la zona central común.

4.1 > Composición de un transistor

Un transistor presenta tres zonas en las que se encuentran semiconductores extrínsecos, dando lugar a dos tipos de transistores:

– El transistor formado por la unión de las tres zonas según el orden **p-n-p.**
– El transistor formado por la unión de las tres zonas según el orden **n-p-n.**

De cada una de estas zonas sale un conductor, que será por donde lo conectaremos al circuito exterior. Al haber tres zonas, tendremos también tres conexiones exteriores según vemos en las Figuras 5.28.a y 5.28.b.

Los símbolos eléctricos para el transistor **pnp** y para el transistor **npn** son los representados en las Figuras 5.29.a y 5.29.b.

Al fijarnos en los símbolos, vemos que la única diferencia entre ellos es el sentido de la flecha. Dicho sentido nos indica la dirección en la que circula la intensidad por su interior.

Independientemente de que se trate de un transistor **pnp** o de un transistor **npn,** cada conexión recibe un nombre, que será el que utilizaremos a partir de ahora para referirnos a ellas. Así pues, a la conexión central la denominaremos **base,** a la conexión en la que aparece la flecha la llamaremos **emisor** y a la tercera conexión **colector** (Figuras 5.30.a y 5.30.b).

4.2 > Característica de funcionamiento

Siempre que circule intensidad por la base del transistor, circulará otra, mucho mayor, a través del colector y emisor. En caso de no circular corriente por la base, por muy alta que sea la tensión entre colector y emisor, no circulará corriente entre ellos.

– Un transistor pnp conducirá siempre que la base sea negativa respecto del emisor (Figura 5.31.a).
– Un transistor npn conducirá siempre que la base sea positiva respecto del emisor (Figura 5.31.b).

4.3 > El transistor como relé electromagnético

Una de las aplicaciones del transistor es su utilización como relé electromagnético. A continuación, vamos a comparar ambos elementos.

– En un relé electromagnético (Figura 5.32.a), se permite el paso de intensidad a través de los contactos 30 y 87 siempre que tengamos corriente entre los contactos 85 y 86. Así, la intensidad que circula por los contactos 30 y 87 es superior a la que circula por los contactos 85 y 86.
– En un transistor (Figura 5.32.b), se permite el paso de intensidad entre colector y emisor siempre que tengamos corriente entre la base y el emisor. Se cumple siempre que la intensidad que circula por el colector y emisor es unas 100 veces superior a la que circula por la base.

La ventaja que presenta el transistor frente al relé electromagnético es su velocidad de respuesta. No obstante, tiene inconvenientes en su funcionamiento, ya que:

– Cuando conduce, siempre hay una pequeña caída de tensión entre el colector y el emisor como consecuencia de su propia resistencia interna.
– Cuando no conduce, siempre pasa una pequeña corriente por la base que, a pesar de ser insuficiente para lograr la conducción del transistor, provoca el calentamiento del mismo.

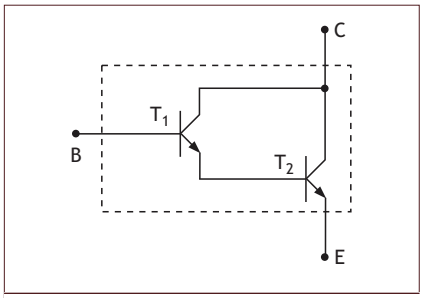
4.4 > Par Darlington

Se conoce como par Darlington a una unidad formada por dos transistores colocados en cascada según nos muestra la Figura 5.33.

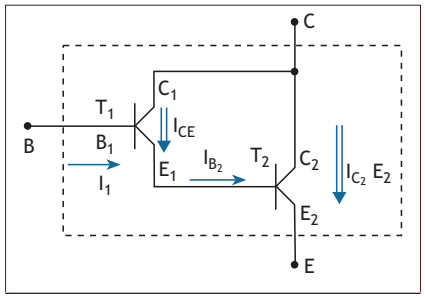
La intensidad que pasa por la base (B_1) (Figura 5.34) del transistor T_1 ocasiona una intensidad mucho mayor entre colector (C_1) y emisor (E_1) del propio transistor. Al estar la base (B_2) del transistor T_2 alimentada por la intensidad del emisor (E_1), vuelve a ser amplificada en el transistor T_2.

Las ventajas del par Darlington son:

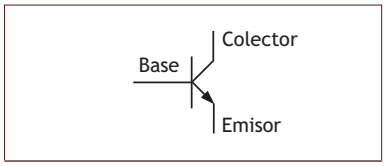
– La intensidad de salida es aún mucho mayor que si solo tuviésemos un único transistor.
– Exteriormente tiene un único colector, una única base y un único emisor como si de un transistor individual se tratara.
– Al estar comercializado como una unidad, se requiere menor espacio que si tuviésemos que colocar dos transistores individuales.



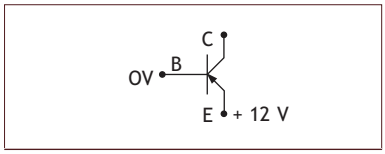
5.33. Par Darlington.



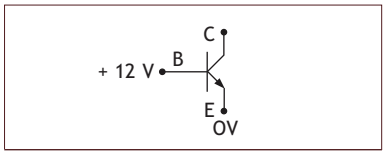
5.34. Recorrido de las intensidades en un par Darlington.



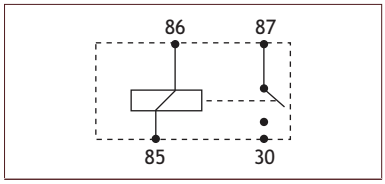
5.30.b. Colector, base y emisor (npn).



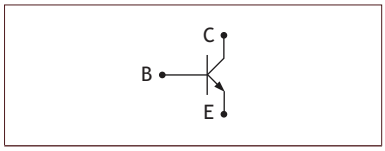
5.31.a. Estado de conducción (pnp).



5.31.b. Estado de conducción (npn).



5.32.a. Relé electromagnético.

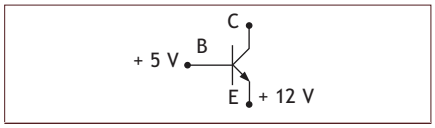


5.32.b. Transistor.

Casos prácticos

Estado de conducción y de bloqueo de un transistor

•• Disponemos de un transistor que está sometido a las tensiones que nos indica la Figura 5.35 y queremos saber si se encuentra en fase de conducción o en fase de bloqueo.



5.35. Tensiones aplicadas al transistor npn.

Solución •• Al tratarse de un transistor npn, y fijándonos en el sentido de la flecha del emisor, vemos que la circulación de la intensidad debe ir desde la base hacia el emisor. Así pues, en este caso, al ser mayor la tensión del emisor, el transistor se encuentra en fase de bloqueo y no conduce.

5 >> Tiristor

Un tiristor es un componente electrónico que está constituido por la unión de semiconductores tipo **p** y tipo **n**.

5.1 > Composición de un tiristor

Un tiristor se compone de la unión de cuatro zonas de semiconductores extrínsecos **p-n-p-n** y tiene tres conexiones exteriores que son el **ánodo (A)**, el **cátodo (K)** y la **compuerta (G)**, según nos muestra la Figura 5.36.

El símbolo que utilizamos en los circuitos está representado en la Figura 5.37.

5.2 > Características de funcionamiento

Un **tiristor se comportará como un diodo**, conduciendo desde el ánodo hacia el cátodo cuando esté polarizado directamente y no conduciendo cuando esté polarizado inversamente.

Para ello, deberemos darle una intensidad instantánea a través de la compuerta.

Una vez que se ha puesto en fase de conducción o **cebado**, el tiristor sigue conduciendo aunque desaparezca la intensidad de la compuerta.

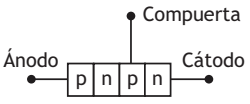
Para que el tiristor entre en fase de bloqueo se debe interrumpir el paso de la corriente ánodo-cátodo.

La diferencia entre un transistor y un tiristor radica en que el transistor conduce mientras lo hace su base y en cambio el tiristor sigue conduciendo aunque desaparezca la intensidad de la compuerta.

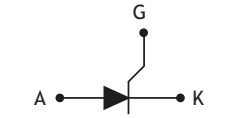
La ventaja que presentan los tiristores es que permiten mayores tensiones e intensidades de paso.

Compuerta/*gate*

La compuerta se representa por la letra G, ya que esta es la inicial de la palabra inglesa ***gate***.



5.36. Composición de un tiristor.



5.37. Símbolo de un tiristor.

Actividades propuestas

14·· Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

a) Un transistor npn conducirá siempre que la base sea positiva respecto del emisor.
b) Un transistor pnp conducirá siempre que el colector sea positivo respecto del emisor.
c) Un transistor npn conducirá siempre que el emisor sea positivo respecto de la base.

15·· ¿Cuáles son las ventajas que puede tener utilizar en un circuito un transistor en lugar de un relé electromagnético?

16·· Indica si las siguientes afirmaciones son o no ciertas:

a) El transistor, al igual que el tiristor, dispone de tres conexiones exteriores.
b) A las conexiones exteriores de un transistor se les denomina colector, base y compuerta.
c) A las conexiones exteriores de un tiristor se les denomina ánodo, cátodo y compuerta.
d) Un transistor se encuentra en fase de conducción siempre que circula una intensidad por su base, aunque esta sea pequeña.
e) Un tiristor se encuentra en fase de conducción mientras circula una intensidad a través de su compuerta, aunque esta sea pequeña.

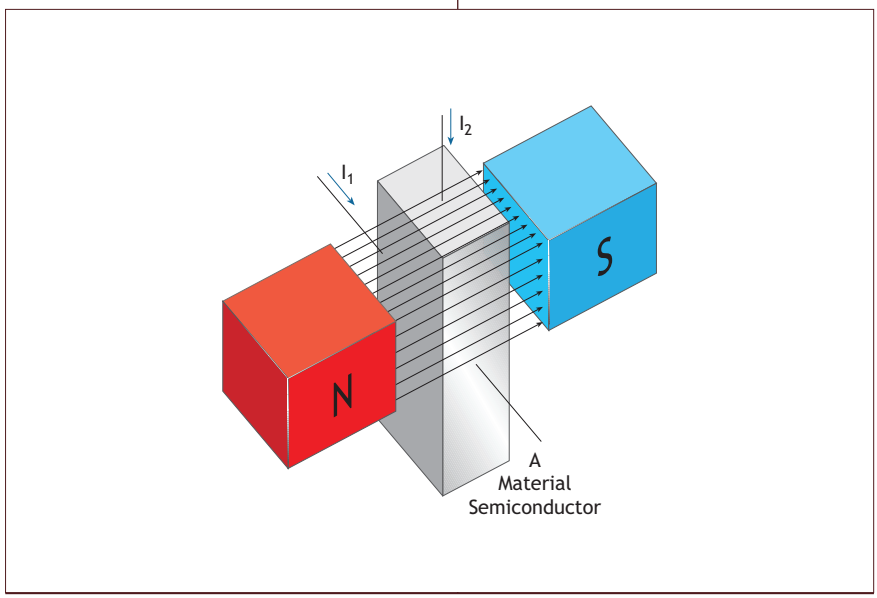
6 >> Efecto Hall

Siempre que un material semiconductor (A) se encuentre en el interior de un campo magnético y pase a través de él una intensidad (I_1) perpendicular al campo magnético, se generará en el semiconductor una nueva intensidad (I_2) perpendicular a la primera (I_1) y al campo magnético, según hemos representado en la Figura 5.38.

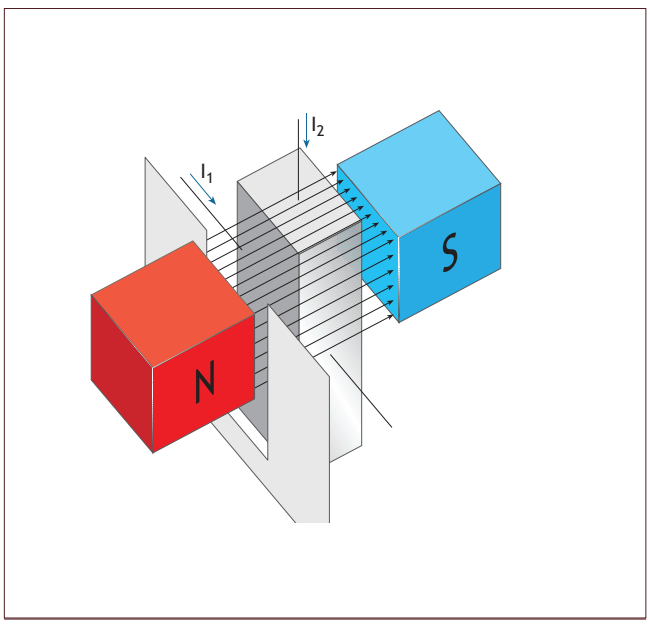
La intensidad I_2 es consecuencia del hecho de que se haya generado una tensión (diferencia de cargas eléctricas entre las dos caras del semiconductor). Esta tensión es la denominada tensión Hall.

El efecto Hall se aplica en el automóvil para, por ejemplo, contar revoluciones.

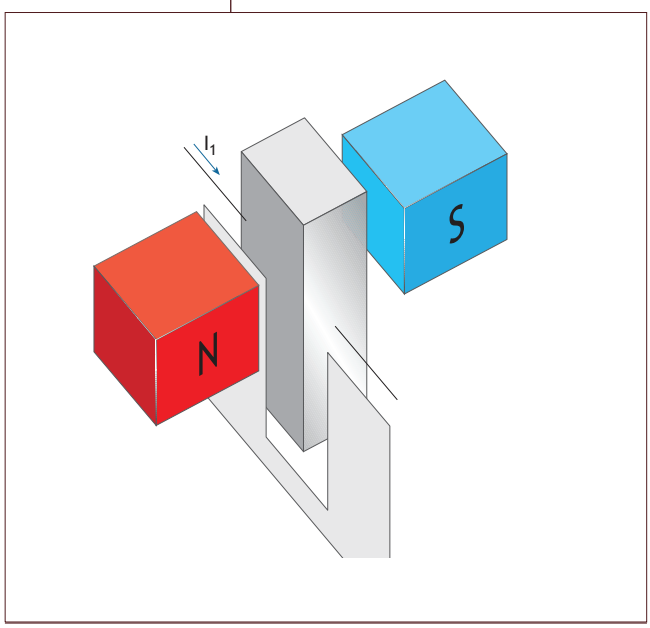
Para ello, se coloca una pantalla discontinua que, girando de forma solidaria con la parte móvil del elemento del que queremos medir su velocidad, va interrumpiendo el campo magnético sobre el material semiconductor creándose o no intensidad (I_2) en él (Figuras 5.39.a y 5.39.b).



5.38. Efecto Hall.



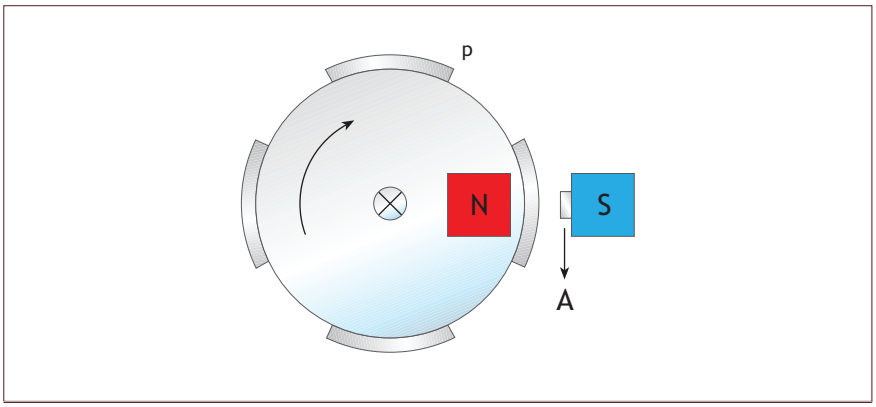
5.39.a. Posición de la pantalla que permite el paso del campo magnético.



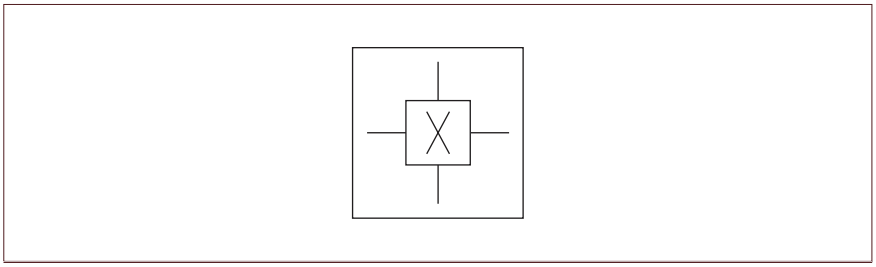
5.39.b. Posición de la pantalla que no permite el paso del campo magnético.

La velocidad a la que se interrumpe la intensidad generada es la que nos indica la velocidad del elemento que está girando.

A este conjunto se le denomina generador de impulsos Hall (Figura 5.40) donde A es el material semiconductor, P es la pantalla discontinua que va girando y N-S es el campo magnético (no están representadas ni la intensidad que debemos dar desde el exterior ni la discontinua que nos dará el generador).



5.40. Generador de impulsos Hall.



5.41. Símbolo del generador de impulsos Hall en los circuitos eléctricos.

Actividades propuestas

17·· Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

a) En un generador de impulsos Hall, una pantalla interrumpe el paso de las líneas de fuerza de un campo magnético a través de un material semiconductor.
b) El efecto Hall se pone de manifiesto siempre que, a través de un material semiconductor, hacemos pasar dos intensidades perpendiculares entre sí.
c) El efecto Hall produce una intensidad en un material semiconductor cuando este se encuentra bajo la influencia de un campo magnético.
d) Para que el efecto Hall se ponga de manifiesto, es necesario que un material semiconductor esté bajo la influencia de un campo magnético y sea recorrido por una intensidad perpendicular al campo magnético.
e) Para conseguir un generador de impulsos Hall, deberemos tener, además de todo lo necesario para que se ponga de manifiesto el efecto Hall, una pantalla que vaya interrumpiendo el campo magnético que debe llegar al semiconductor.

18·· ¿En qué partes del automóvil nos podemos encontrar un generador de impulsos Hall?

19·· ¿Qué otro generador distinto del generador de impulsos Hall hemos estudiado, con anterioridad a esta unidad didáctica, que nos permitía también contar revoluciones?

7 >> Pinza amperimétrica

En la unidad didáctica 2 aprendimos a efectuar medidas de intensidades con el polímetro. Entre los distintos instrumentos de medida está la pinza amperimétrica.

> **La pinza amperimétrica es un instrumento de medida que también nos permite conocer la intensidad que circula a través de un conductor.**

Al efectuar la lectura de la intensidad con el polímetro hay que desconectar el circuito para poner el amperímetro en serie y también hay que tener en cuenta la polaridad.

La ventaja que presenta la pinza amperimétrica frente al polímetro es el hecho de no tener que desconectar el circuito para realizar la medición, ya que la lectura la efectúa abrazando al conductor. No obstante, también aquí deberemos tener en cuenta la polaridad haciendo que la intensidad que circula por el cable entre por una cara concreta de la pinza.

5.42. Pinza amperimétrica abrazando a un conductor.

El principio de funcionamiento de la pinza amperimétrica engloba varios de los conceptos estudiados:

- Al pasar una intensidad a través de un hilo conductor se produce en él un campo magnético
- Si la intensidad que circula por el conductor es producida por una corriente alterna, el campo magnético generado es variable.
- Si disponemos una bobina dentro de un campo magnético variable, se produce en ella una intensidad.

Así pues, una bobina convenientemente dispuesta en la pinza amperimétrica puede detectar una intensidad en corriente alterna a partir del campo magnético generado por ella.

La pinza amperimétrica inicialmente no pudo ser utilizada para medir intensidades en corriente continua, ya que su campo magnético es fijo y no genera tensión en la bobina de la pinza. Para poder utilizar la pinza amperimétrica en corriente continua se ha dotado a la misma de una pantalla tipo efecto Hall que va interrumpiendo el paso del campo magnético hacia la bobina de la pinza; de esta manera, se genera en ella tensión y se puede efectuar la medida de la intensidad que circula por el cable.

Actividades finales

1·· ¿Qué característica común presentan los átomos de silicio y los átomos de germanio?

2·· ¿Qué diferencia existe entre un semiconductor intrínseco y un semiconductor extrínseco?

3·· ¿Qué es lo que entendemos por dopaje en un semiconductor?

4·· ¿Cuáles son los elementos utilizados para dopar un semiconductor intrínseco y obtener un semiconductor extrínseco tipo **n**?

5·· ¿Cuáles son los materiales utilizados para dopar un semiconductor intrínseco y obtener un semiconductor extrínseco tipo **p**?

6·· ¿Qué diferencia existe entre un semiconductor tipo **p** y un semiconductor tipo **n**?

7·· Explica en qué consiste el fenómeno de difusión, característico de los semiconductores extrínsecos.

8·· ¿En qué consiste la barrera de potencial característica de los diodos?

9·· ¿Qué tensión mínima necesita un diodo de silicio para que, polarizado directamente, entre en fase de conducción?

10·· ¿A qué tensión trabajan los diodos led?

11·· ¿Qué entendemos por tensión de ruptura de un diodo zener?

12·· ¿Cuál es la razón por la que el led tiene un contacto más largo que el otro?

13·· Representa el símbolo que se utiliza en los circuitos eléctricos para los siguientes componentes:

a) El diodo.
b) El diodo zener.
c) El led.
d) El transistor pnp.
e) El transistor npn.
f) El tiristor.

14·· ¿Qué condición se debe cumplir para que los siguientes componentes electrónicos se encuentren en fase de conducción?

a) El diodo.
b) El diodo zener.
c) El transistor pnp.
d) El tiristor.

15·· ¿Qué diferencia existe, en cuanto a su estado de conducción, entre un transistor y un tiristor?

16·· ¿Cuáles son los requisitos previos para que se ponga de manifiesto el efecto Hall?

17·· ¿Qué dirección tiene la intensidad generada por el efecto Hall?

18·· ¿Qué debemos añadir a los requisitos necesarios para que se ponga de manifiesto el efecto Hall para obtener un generador de impulsos Hall?

19·· ¿Qué aplicación tiene el generador de impulsos Hall?

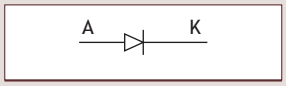
20·· ¿Cómo podemos diferenciar un diodo de una resistencia cuando estamos delante de los componentes reales?

Caso final

ON/OFF

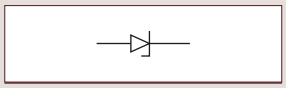
•• Representa los símbolos eléctricos de los componentes electrónicos que figuran en las siguientes tablas (diodo, diodo zener con tensión de ruptura de 5 V, led y transistor npn) indicando, para cada pareja de voltajes, si el componente electrónico se encuentra en fase de conducción (ON) o de bloqueo (OFF).

Solución ••



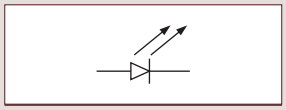
5.43. Diodo.

El diodo conducirá siempre que el ánodo tenga un voltaje superior al del cátodo.



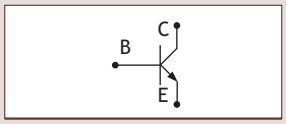
5.44. Diodo zener.

El diodo zener conducirá en polarización inversa cuando la tensión entre cátodo y ánodo alcance los 5 V.



5.45. Led.

El led, como diodo que es, conducirá siempre que el ánodo tenga una tensión 0,6 V superior a la del cátodo.



5.46. Transistor npn.

El transistor npn conducirá siempre que la tensión de la base sea superior a la tensión del emisor.

	Cátodo 1 V	Cátodo 2 V	Cátodo 3 V	Cátodo 4 V
Ánodo 1 V	OFF	OFF	OFF	OFF
Ánodo 2 V	ON	OFF	OFF	OFF
Ánodo 3 V	ON	ON	OFF	OFF
Ánodo 4 V	ON	ON	ON	OFF

	Cátodo 5 V	Cátodo 6 V	Cátodo 7 V	Cátodo 8 V
Ánodo 1 V	OFF	ON	ON	ON
Ánodo 2 V	OFF	OFF	ON	ON
Ánodo 3 V	OFF	OFF	OFF	ON
Ánodo 4 V	OFF	OFF	OFF	OFF

	Cátodo 1 V	Cátodo 2 V	Cátodo 3 V	Cátodo 4 V
Ánodo 1 V	OFF	OFF	OFF	OFF
Ánodo 2 V	ON	OFF	OFF	OFF
Ánodo 3 V	ON	ON	OFF	OFF
Ánodo 4 V	ON	ON	ON	OFF

	Base 1 V	Base 2 V	Base 3 V	Base 4 V
Emisor 1 V	OFF	ON	ON	ON
Emisor 2 V	OFF	OFF	ON	ON
Emisor 3 V	OFF	OFF	OFF	ON
Emisor 4 V	OFF	OFF	OFF	OFF

Ideas clave

MATERIALES SEMICONDUCTORES

- **Semiconductores intrínsecos**
- **Semiconductores extrínsecos**
  - Tipo **p**
  - Tipo **n**

DIODOS P-N

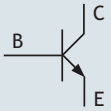
-

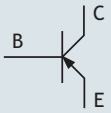
- Conduce de A a K con polarización directa

Ambos conducen de A a K con polarización directa

- Diodo zener: conduce polarizado inversamente cuando se alcanza su tensión de ruptura
- Diodo led: conduce polarizado directamente y emite luz

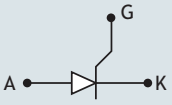
TRANSISTORES P-N-P Y N-P-N

- 

- 

- Siempre que circule intensidad por B, pasará una intensidad muy superior entre E y C

TIRISTORES P-N-P-N

- 

- Conduce de A a K con polarización directa siempre que haya recibido una intensidad durante un pequeñísimo período de tiempo a través de G

El led

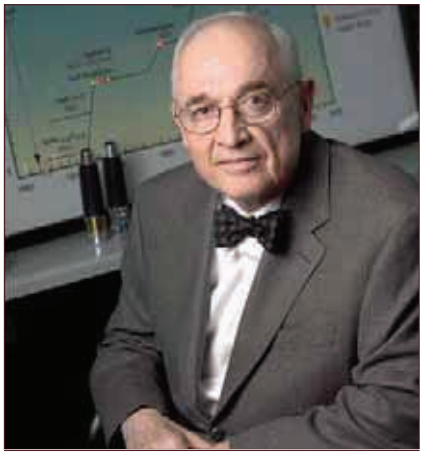
Si nos fijamos en el mundo que nos rodea, veremos que cada vez es más frecuente encontrar la electrónica en casi todo. Prueba de ello es la evolución que esta ha tenido en pocos años y cómo se ha ido incorporando en todos los sectores de nuestra sociedad.

Un caso concreto es el cambio que se está realizando de la bombilla tradicional al led, debido a que este presenta un menor consumo, no genera calor y tiene mucha más vida útil.

La palabra LED significa diodo emisor de luz (*Light Emitting Diode*). Se trata de un componente semiconductor que permite el flujo de corriente en una sola dirección y que fue inventado en 1962 por Nick Holonyak.

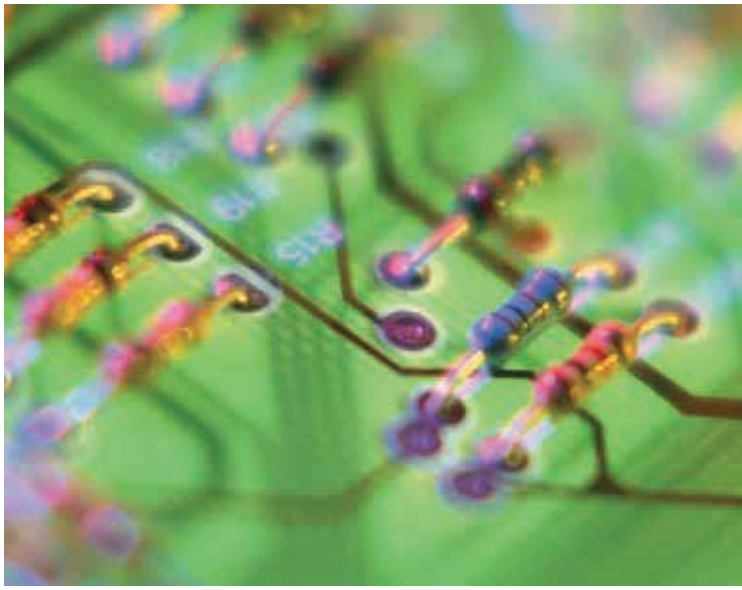
Está formado por cuatro componentes básicos:

– Material emisor semiconductor, montado en un chip-reflector que determina el color de la luz. El material en cuestión suele ser aluminio, indio, galio o fósforo.
– Terminales conductores (ánodo y cátodo).
– Cable conductor que une los polos (normalmente oro).
– Encapsulado de resina epoxi.



Nick Holonyak.

Los dos terminales que se extienden bajo la cubierta de resina indican el modo en que el LED debe conectarse al circuito. El terminal correspondiente al lado negativo de un LED se distingue porque su extensión es más corta que la del terminal positivo.



Los LED operan a voltajes relativamente bajos, entre 1 y 4 voltios, y conducen corrientes entre 10 y 40 miliamperios. Si se aplican voltajes o corrientes por encima de estos valores, el chip del LED puede derretirse.

El chip presenta dos regiones separadas por una barrera. La región p está dominada por las cargas positivas y la n por las negativas. La zona de unión actúa como una barrera al paso de los electrones entre la región p y la n. Solo cuando se aplica el voltaje suficiente al chip puede pasar la corriente de forma que los electrones puedan cruzar la barrera hacia la región p.

Una vez en esta, los electrones son inmediatamente atraídos hacia las cargas positivas, de acuerdo a la ley de Coulomb, que dice que fuerzas opuestas se atraen.

Cuando un electrón se mueve lo suficientemente cerca de una carga positiva en la región p, las dos cargas se recombinan formando un quantum de energía electromagnética que es emitido en forma de fotón de luz con una frecuencia que depende del material semiconductor.

Dependiendo del material semiconductor de que esté hecho el led y el dopaje, se pueden conseguir todos los colores.

unidad 6

El motor de arranque

SUMARIO

- La necesidad del motor de arranque en el automóvil
- Estudio de sus elementos
- Tipos de motores de arranque

OBJETIVOS

- Conocer la función del motor de arranque en el automóvil.
- Identificar cada una de las partes que componen el motor de arranque.
- Conocer el funcionamiento de cada una de las partes que constituyen el motor de arranque.
- Practicar la función de continuidad del polímetro.

1 >> La función del motor de arranque en el automóvil

Para que el motor térmico se ponga en funcionamiento, hace falta que, desde el exterior, se le den las primeras vueltas al cigüeñal. De este modo, los émbolos empiezan a realizar sus primeras admisiones y compresiones hasta que tienen lugar las explosiones, momento en el cual acaba la misión del motor de arranque.

A lo largo del tiempo, y según el tipo de automóvil del que estemos hablando, ha habido distintas maneras de poner en marcha el motor térmico. Antiguamente, se le daba vueltas manualmente a una manivela que hacía girar directamente al cigüeñal. Podemos ver este sistema en algunas películas antiguas, ambientadas a principios del siglo XX.

En las lanchas fueraborda, el motor térmico se pone en marcha tirando de una cuerda que, al desenroscarse, hace girar al cigüeñal. Este sistema también lo utilizan las motosierras, las minimotos, etc.

Por su parte, las motocicletas que no tienen motor de arranque se ponen en marcha dando una patada —sistema similar al de las lanchas fueraborda— o directamente con los pedales —sistema tipo manivela—.

En los automóviles que no disponen de unidad de control también se puede poner el motor térmico en funcionamiento empujándolo cuesta abajo para que el giro de las ruedas llegue hasta el cigüeñal.

El motor de arranque es el encargado de realizar los primeros giros del cigüeñal para que el motor térmico se ponga en funcionamiento.

6.1. Motor térmico de una avioneta.

Los automóviles actuales

No conseguiremos poner en funcionamiento un automóvil con unidad de control mediante este sistema ya que dicha unidad necesita que le lleguen un mínimo de 10 voltios para funcionar. Cuando intentamos poner el motor térmico en funcionamiento con este método, acostumbra a ser porque nos hemos quedado sin batería y la velocidad que imprimimos al alternador no es suficiente para obtener estos 10 voltios.

Actividades propuestas

1·· Fíjate en alguna película en la que aparezcan avionetas antiguas de guerra. ¿Recuerdas cómo se pone en marcha el motor térmico en este tipo de vehículos?

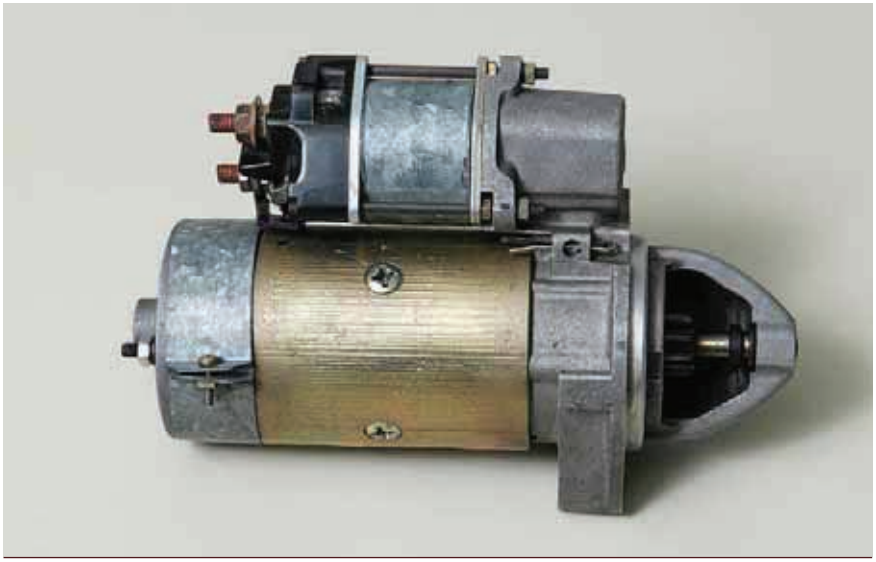
2·· ¿Cómo ponemos hoy en día en funcionamiento los motores térmicos con los que van equipados nuestros automóviles?

2 >> El motor de arranque con desplazamiento por contactor y horquilla

Como conductores sabemos que, en la actualidad, la forma habitual de poner en marcha el motor térmico es girando la llave de contacto o presionando un botón. Con este gesto, lo que hacemos en realidad es cerrar un circuito eléctrico.

Según acabamos de estudiar, para poner en funcionamiento el motor térmico necesitamos mandar un giro al cigüeñal por lo que, en este circuito eléctrico deberá haber: un **motor eléctrico** que se encargará de transformar la electricidad de la batería en un giro. Una vez obtenido el giro, será necesario transmitirlo hasta el cigüeñal y de ello se encargará el **conjunto piñón**, que se encuentra en el eje de giro del motor eléctrico junto con **la corona** dentada situada en la parte exterior del volante de inercia. Finalmente, hará falta un elemento que acople el piñón con la corona para hacer girar al cigüeñal y lo desacople cuando el motor térmico se haya puesto en funcionamiento. Este elemento es **el contactor o solenoide**.

La máquina que engloba el conjunto de elementos necesarios para poner en funcionamiento el motor térmico del vehículo es el motor de arranque. Tenemos representado un modelo de este motor en la Figura 6.2.



6.2. Motor de arranque por contactor y horquilla.

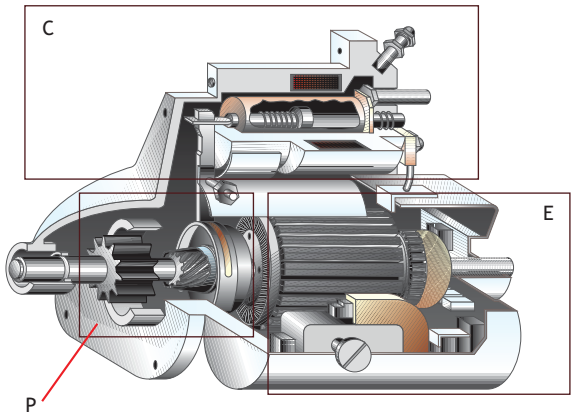
El motor de arranque siempre es accionado o bien por un pulsador o bien por mantener la llave de contacto en la última posición obligándonos a tener la mano ocupada mientras conseguimos la puesta en marcha del motor térmico; al mismo tiempo nos obliga a abrir el circuito eléctrico del motor de arranque cuando el térmico se ha puesto en funcionamiento y tenemos que empezar a conducir.

Este es un sistema seguro para no olvidarnos el motor de arranque conectado mientras conducimos.

2.1 > Partes del motor de arranque

Las partes que componen el motor de arranque pueden identificarse en la Figura 6.3 y son las siguientes:

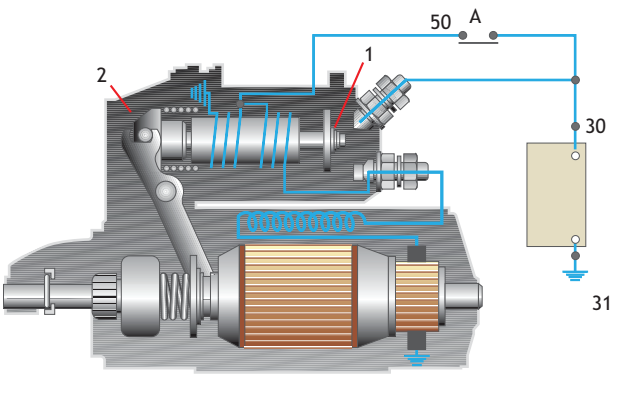
– Un **motor eléctrico**, E, que transforma la energía eléctrica de la batería en un giro.
– Un **conjunto piñón**, P, que es el encargado de transmitir el giro desde el motor eléctrico hasta el cigüeñal a través del volante de inercia.
– Un **contactor**, C, que conecta y desconecta el piñón con el volante de inercia, al mismo tiempo que actúa de relé disminuyendo la caída de tensión entre la batería y el motor eléctrico.



6.3. Partes que componen un motor de arranque.

2.2 > Funcionamiento del motor de arranque

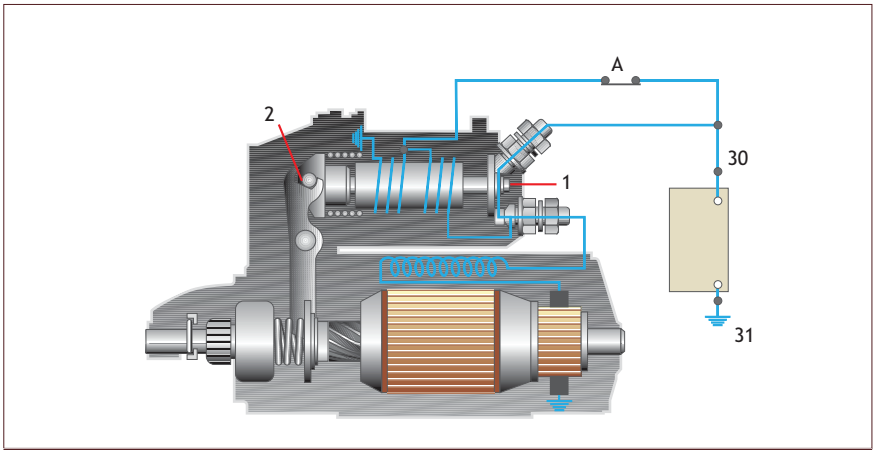
Cuando el conductor acciona el pulsador (A en la figura 6.4), el núcleo de hierro que posee en su interior el contactor se desplaza, cerrando así por el extremo 1 el circuito directo entre la batería y el motor eléctrico. Mientras, por el extremo 2, desplaza a la horquilla, que a su vez empuja al piñón hasta hacerlo engranar con el volante de inercia (Figura 6.5).



6.4. Motor de arranque en posición de reposo.

Práctica 10

Cuando el conductor deja de accionar el pulsador (A en la figura 6.5), el núcleo de hierro vuelve a la posición de reposo y con él la horquilla, a la vez que el circuito batería-motor eléctrico queda abierto (Figura 6.4).



6.5. Motor de arranque en posición de funcionamiento.

Actividades propuestas

3·· Indica la función que deberá cumplir cada uno de los elementos de qué consta el motor de arranque del automóvil:

a) Motor eléctrico.
b) Batería.
c) Conjunto piñón.
d) Contactor o solenoide.

4·· Queremos descubrir qué hay detrás de la llave de contacto de un automóvil utilizando la función de continuidad de un polímetro. Para ello, necesitaremos un clausor y un polímetro.

Sigue los siguientes pasos:

a. Observa el clausor exteriormente y por todos sus ángulos.
b. Dibuja en tu cuaderno un clausor.
c. Anota en el dibujo los números que aparecen en su parte posterior.
d. Coloca la llave en todas sus posibles posiciones y, con la ayuda del polímetro, deduce qué significado tienen cada uno de los números partiendo de la base de que el número 30 es el positivo directo de batería.

Posición de la llave	15	50	R	
Apagado				
Encendido				
Arranque				

Según la tabla anterior, piensa en tres ejemplos de consumo eléctrico que se alimenten con un positivo de cada uno de los terminales del clausor.

3 >> Descripción de componentes

A continuación, vamos a estudiar con más detalle cada uno de los componentes de los que está compuesto un motor de arranque por horquilla.

3.1 > El contactor

El **contactor**, también llamado solenoide o automático, cumple dos funciones. Por un lado, es el encargado de conectar y desconectar el piñón con el volante de inercia. Por otro, actúa de relé conectando la batería directamente al motor eléctrico, disminuyendo así la caída de tensión entre ambos.

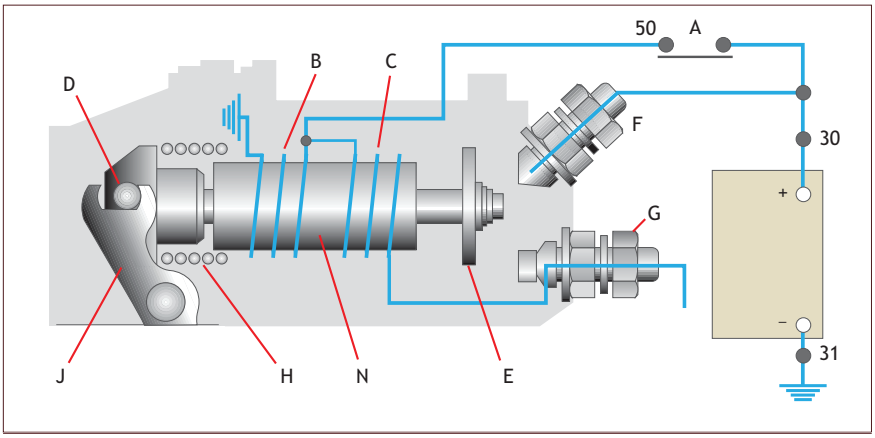
Un modelo de contactor es el representado en la figura 6.6.

6.6. Contactor.

Partes de que consta el contactor

El contactor está formado por dos bobinas, B y C, con un núcleo de hierro en su interior, N (Figura 6.7). A la bobina, B, se le denomina de retención y a la bobina, C, de activación.

El núcleo de hierro, N, lleva en uno de sus extremos una placa conductora, E, mientras que en el otro extremo lleva un anclaje, D.



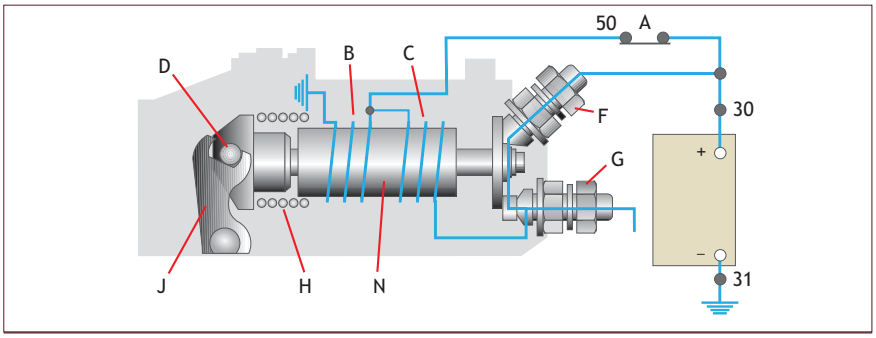
6.7. Posición del contactor en reposo.

Funcionamiento del contactor

El contactor funciona de la forma que vamos a ver a continuación. Siguiendo con la ilustración de la Figura 6.7, al cerrar el interruptor, A (llave de contacto en la posición 50), la intensidad llega a las dos bobinas, B, bobina de retención, y C, bobina de activación, creándose un campo magnético del mismo sentido donde se suman ambas fuerzas magnéticas.

Debido a este campo magnético creado, el núcleo de hierro se desplaza hacia la derecha arrastrando con él los elementos:

– Por un extremo arrastra la horquilla, J, que es la encargada de desplazar al conjunto piñón sobre el eje del motor eléctrico.
– Por el otro extremo del núcleo de hierro, arrastra a una placa conductora, E, que con su desplazamiento unirá eléctricamente a los terminales F y G permitiendo el paso de electricidad directamente de la batería al motor eléctrico. El solenoide junto a la placa conductora y los tornillos F y G cumplen, por tanto, la función de relé.



6.8. Posición de funcionamiento.

Una vez desplazado el núcleo de hierro (Figura 6.8), la electricidad llega al motor eléctrico a través del terminal F, la placa E y el terminal G, con lo que empieza a girar, al mismo tiempo que el piñón ha sido desplazado para engranar con el volante de inercia. En estas condiciones, la corriente deja de pasar a través de la bobina de activación, C, para atravesar únicamente a través de la bobina de retención, B. Se crea en ella, de este modo, un único campo magnético, suficiente para mantener desplazado al núcleo de hierro. La bobina de activación, C, se halla en este momento en paralelo con los terminales F y G y ha quedado cortocircuitada. Cuando el motor térmico se ha puesto en funcionamiento, comienza a oírse el sonido característico y el conductor suelta la llave de contacto o deja de pulsar el botón. Se abre así el contacto A, con lo que desaparece el campo magnético en la bobina de retención, B, y el muelle H hace retroceder al núcleo de hierro a la posición inicial y, con él, el contacto E y la horquilla J.

Actividades propuestas

5·· ¿Por qué en el interior de las bobinas encontramos un núcleo de hierro y no un núcleo de acero?

6·· ¿Cuál es la función del muelle H que aparece en la figura 6.8?

3.2 > El conjunto piñón

El conjunto piñón está formado por todos los elementos y mecanismos que acompañan al piñón en su desplazamiento hacia el volante de inercia.

Estos elementos son (Figura 6.9): el piñón propiamente dicho (1), el mecanismo de rueda libre (2), el muelle coaxial (3) y el acoplamiento para la horquilla (4).

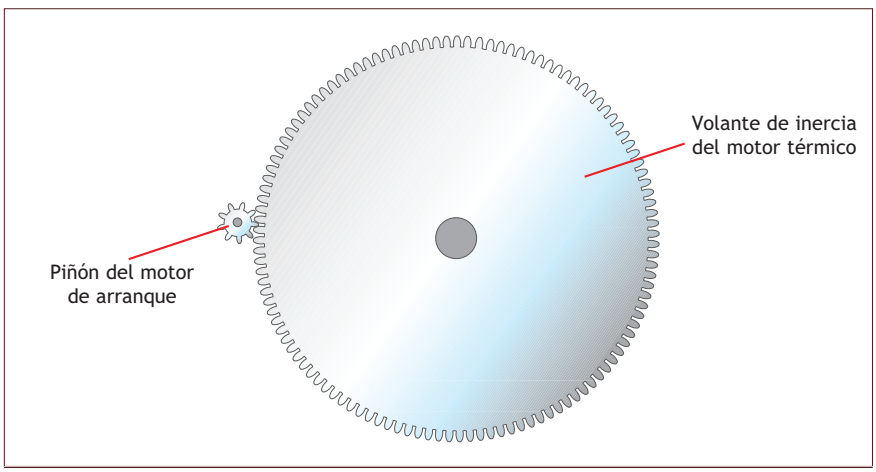
Piñón

El piñón está situado en el eje del motor eléctrico. Tiene unos nueve dientes, achaflanados por su extremo exterior para facilitar su engrane con el volante de inercia. El volante de inercia, con el que tiene que engranar el piñón, presenta unos ciento diecinueve dientes.

La razón por la cual hay esta diferencia en el número de dientes entre piñón y volante de inercia (Figura 6.10) es porque, al disminuir la velocidad de giro, aumentamos el par (fuerza de giro).

Conviene recordar que, en el momento de poner en marcha el motor térmico, este acostumbra a estar a temperatura ambiente, que siempre es muy inferior a la temperatura de funcionamiento, unos 85 °C. En estas condiciones, el motor de arranque tiene que tener la suficiente fuerza de giro (par) para vencer la inercia de todos los elementos del propio motor, así como la de todos sus circuitos auxiliares. Además, hay que tener en cuenta que la viscosidad del aceite aumenta mucho al no estar a temperatura de funcionamiento.

En la actualidad, hay automóviles en los que para poner el motor térmico en funcionamiento hay que tener apretado el pedal del embrague. En los automóviles, el giro que sale del motor térmico pasa a través del embrague y de allí va a la caja de velocidades para, posteriormente y a través de la transmisión, llegar hasta las ruedas. Lo que se consigue al mantener apretado el pedal del embrague es cortar el giro a la salida del motor térmico y que los engranajes de la caja de velocidades no sean arrastrados por él. Si simplemente ponemos punto muerto en la caja de velocidades, sus engranajes siguen girando aunque este giro no se transmita a las ruedas.

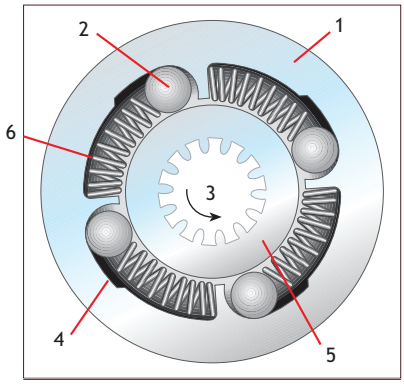


6.10. Transmisión del giro entre el piñón del motor de arranque y la corona del volante de inercia del motor térmico.

6.9. Conjunto piñón.

La bicicleta

Muchos de vosotros tenéis una bicicleta con cambio de velocidades y con ella habréis experimentado que, al subir una pendiente e ir reduciendo las velocidades va aumentando la velocidad de giro de los pedales, y contra mayor es la velocidad de los pedales menor es la fuerza que hacemos sobre ellos.



6.11. Posición de los rodillos en la parte estrecha de la rampa.

Para poner en funcionamiento un motor de explosión (motor Otto), hacen falta unas 100 rpm en el cigüeñal mientras que para poner en marcha un motor de combustión (motor Diesel) hacen falta del orden de 200 rpm.

Dado el número de dientes del piñón y del volante de inercia, para conseguir 100 rpm en el cigüeñal, el cálculo de las rpm (n) a las que tendrá que girar el eje del inducido del motor eléctrico es:

$$100 \text{ rpm} \cdot 119 \text{ dientes} = n \text{ rpm} \cdot 9 \text{ dientes} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{900 \text{ rpm} \cdot 119 \text{ dientes}}{9 \text{ dientes}} = n \text{ rpm} \Rightarrow n = 1\,322 \text{ rpm}$$

En el momento en que el motor térmico se ponga en marcha, girará como mínimo, a velocidad de ralentí, a unas 900 rpm. Entonces, en estas condiciones el inducido del motor eléctrico girará a:

$$900 \text{ rpm} \cdot 119 \text{ dientes} = n \text{ rpm} \cdot 9 \text{ dientes} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{900 \text{ rpm} \cdot 119 \text{ dientes}}{9 \text{ dientes}} = n \text{ rpm} \Rightarrow n = 11\,900 \text{ rpm}$$

Con el motor térmico a velocidad de ralentí, 900 rpm, el inducido del motor eléctrico giraría a 11 900 rpm; con el motor térmico a velocidad de travesía, unas 3 500 rpm, el inducido giraría a 46 278 rpm; y en situaciones puntuales como pueden ser los adelantamientos, a unas 5 000 rpm, el inducido giraría a 66 111 rpm. Debido a estas altas velocidades que adquiriría el inducido del motor eléctrico, se hace imprescindible desacoplarlo del volante de inercia instantáneamente en cuanto el motor térmico se haya puesto en marcha.

Mecanismo de rueda libre

En cuanto el motor térmico se pone en funcionamiento, el conductor suelta la llave del contacto —o el pulsador, dependiendo del tipo de automóvil—, de modo que deja de llegar corriente al motor eléctrico y el piñón vuelve a la posición de reposo.

Transcurre un cierto tiempo entre el momento en que se pone en funcionamiento el motor térmico y el corte de corriente al motor eléctrico, debido al tiempo de reacción del conductor, la demora en la desaparición del campo magnético en las bobinas y el tiempo que tarde el piñón en desplazarse hacia la posición de reposo.

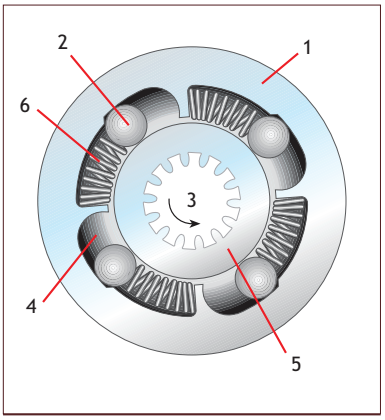
> **Para evitar que, en ningún momento, el volante de inercia arrastre al inducido del motor eléctrico, se dispone en el eje del mismo, del mecanismo de rueda libre**.

Este mecanismo de rueda libre tiene como función:

– Transmitir el giro del piñón al volante de inercia cuando es el motor eléctrico el que va a mayor velocidad que el motor térmico.
– No transmitir el giro del volante de inercia al piñón cuando es el motor térmico el que va a mayor velocidad que el motor eléctrico.

Los **elementos que componen el mecanismo de rueda libre** son los siguientes (Figuras 6.11 y 6.12):

– Una corona circular (1) con cuatro rampas en su cara interior (4).
– Cuatro rodillos (2).
– Un cilindro (5), solidario al piñón (3).
– Muelles (6).



6.12. Posición de los rodillos en la parte ancha de la rampa.

Funcionamiento de mecanismo de rueda libre

Cuando es el piñón, inducido del motor eléctrico, que va a mayor velocidad que el volante de inercia, cigüeñal del motor térmico, los rodillos se desplazan hacia la parte estrecha de las rampas haciendo la función de cuñas y arrastrando así con su giro al volante de inercia (Figura 6.11).

Cuando el motor térmico se ha puesto en funcionamiento y por tanto es el volante de inercia el que va a mayor velocidad, los rodillos se desplazan hacia la parte ancha de las rampas y giran sobre sí mismos sin transmitir el giro al inducido del motor eléctrico (Figura 6.12).

Muelle coaxial (M)

Cuando el piñón avanza hacia el volante de inercia, se puede encontrar con dos situaciones distintas:

- Que el piñón engrane sin dificultad debido a que sus dientes coinciden con los huecos del engranaje del volante de inercia.
- Que el piñón no engrane porque los dientes del piñón coinciden con los del volante de inercia.

El muelle coaxial, M, situado sobre el eje del inducido del motor eléctrico (Figura 6.13), viene a solucionar el problema que se nos plantea cuando el piñón avanza hacia el volante de inercia y los dientes del piñón coinciden con estos. En estos casos, el muelle se comprime, momento en el cual se inicia el giro del motor eléctrico y, con él, el del piñón. Al girar el piñón, la presión del muelle hace que este engrane en cuanto los dientes lleguan a los huecos del engranaje del volante de inercia.

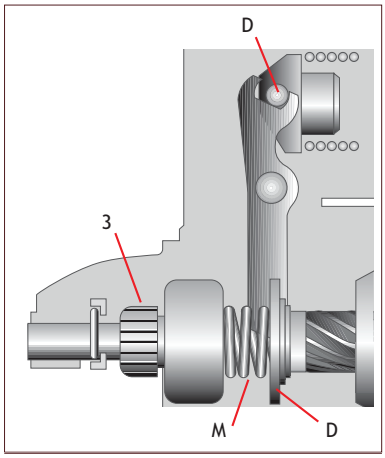
Acoplamiento para la horquilla (D)

El acoplamiento para la horquilla es el disco circular a través del cual la horquilla hace presión al conjunto del piñón para desplazarlo hasta el volante de inercia, como se puede apreciar en la Figura 6.13.

Recordando lo que ya sabemos

Un mecanismo que realiza la misma función que el mecanismo de rueda libre lo encontramos en las ruedas posteriores de las bicicletas:

- Cuando pedaleamos, el engranaje que hay en el eje de los pedales arrastra, a través de la cadena, al piñón que hay en el eje de la rueda.
- Cuando es la rueda la que gira a mayor velocidad, este movimiento no se transmite a los pedales.



6.13. Conjunto piñón y horquilla.

Actividades propuestas

7·· ¿Cuál es la función que debe realizar el mecanismo de rueda libre?

8·· ¿Qué misión tiene el muelle coaxial que se encuentra en el conjunto piñón?

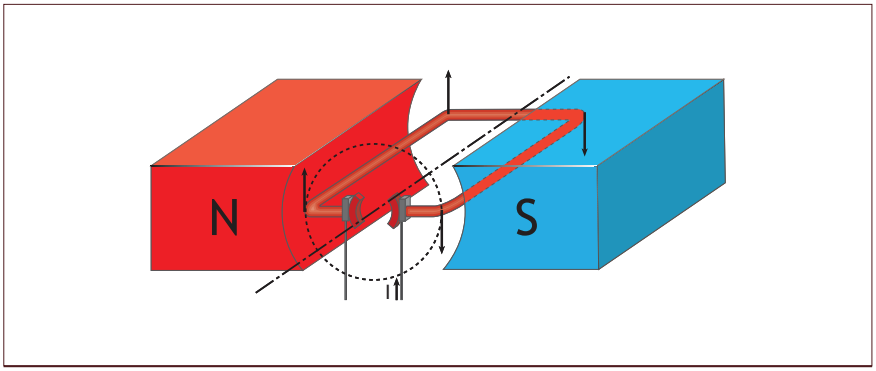
3.3 > El motor eléctrico

El motor eléctrico es el encargado de transformar la energía eléctrica de la batería en un giro. Los motores eléctricos pueden ser de corriente alterna o de corriente continua. En esta unidad nos centraremos en los motores de corriente continua, ya que todos los motores eléctricos que tenemos en el automóvil son de este tipo.

Principio de funcionamiento del motor eléctrico de corriente continua

Lo que vamos a ver ahora es cómo la electricidad se transforma en un giro. El motor eléctrico de corriente continua consta de un campo magnético y, en su interior, un conjunto de espiras.

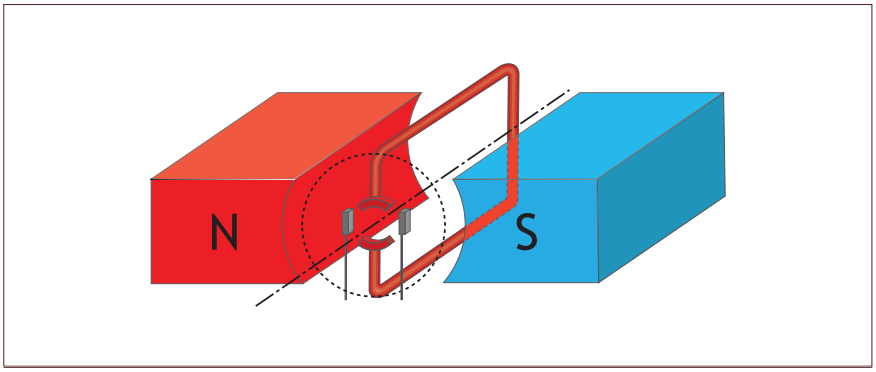
Empezaremos el estudio observando en la Figura 6.14 un campo magnético con una espira en su interior.



6.14. Campo magnético fijo y campo magnético creado en la espira. El N está sobre la espira y el S debajo de la espira.

Cuando la corriente llega a la espira, se crea en ella un segundo campo magnético. Al estar la espira bajo la influencia de otro campo magnético, el exterior, aparecen en esta fuerzas de atracción y repulsión.

En el caso de la espira de la Figura 6.14, al ser recorrida por una intensidad que circula en sentido contrario a las agujas del reloj, se crea en su cara superior un polo norte que es atraído por el polo sur del campo magnético exterior, haciendo que la espira se sitúe en posición vertical. (Figura 6.15)

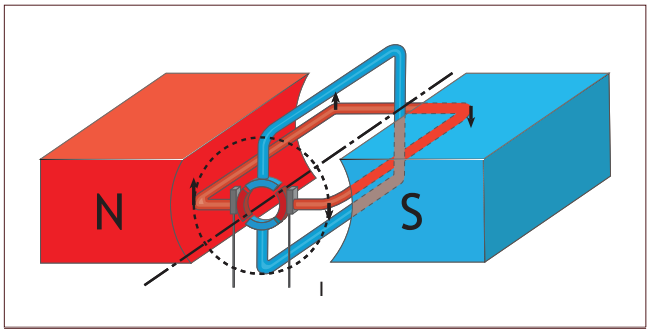


6.15. Sin intensidad en la espira, desaparece su campo magnético.

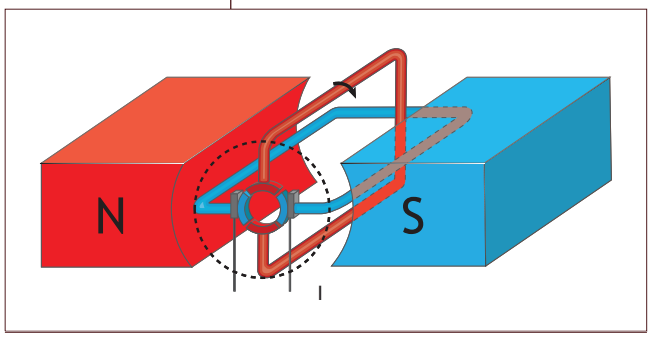
Con esta disposición, ya hemos conseguido que la espira dé un cuarto de vuelta en el sentido de las agujas del reloj.

Para conseguir que la espira siga girando colocamos en el interior del campo magnético dos espiras perpendiculares entre sí, y el desfase entre ambos será de 90°.

Cuando la espira roja está en posición horizontal y le llega corriente (Figura 6.16), aparece en ella un campo magnético que, según acabamos de explicar, la coloca en posición vertical tras hacerla girar un cuarto de vuelta. En este momento, le deja de llegar corriente, mientras que ahora es la espira azul (Figura 6.17) la que está en posición horizontal y recibe la corriente. Así, la espira azul gira a su vez otros 90°, quedando la espira roja nuevamente en posición horizontal y repitiéndose el proceso.



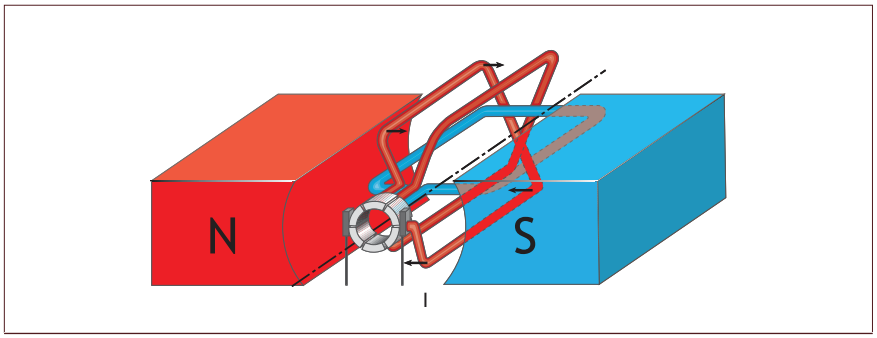
6.16. Campo magnético creado en la espira roja.



6.17. Campo magnético creado en la espira azul.

Con esta nueva disposición, hemos conseguido que el conjunto de ambas espiras gire continuamente, aunque este giro sea a sacudidas.

Para tener un motor que gire suavemente, se aumenta el número de espiras para lograr un mínimo desfase entre ellas. Por ejemplo, en la figura 6.18, se representa un motor eléctrico con tres espiras.



6.18. Motor eléctrico con tres espiras.

Práctica 11

Actividades propuestas

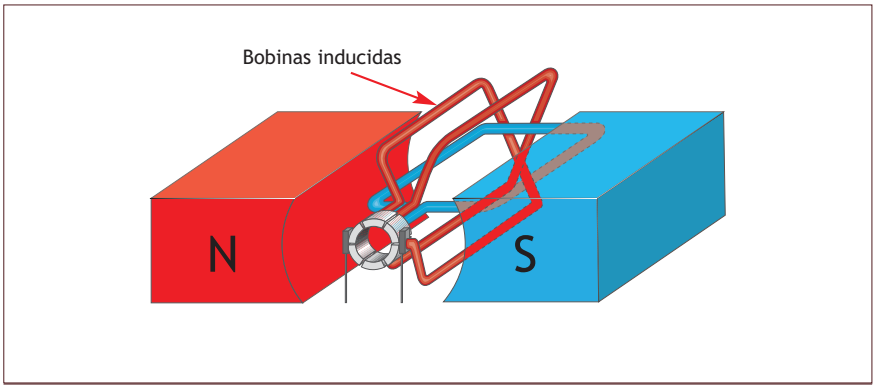
9·· ¿Cuántos campos magnéticos son necesarios para que un motor eléctrico de corriente continua gire?

10·· ¿Pueden los campos magnéticos que aparecen en un motor eléctrico ser electroimanes?

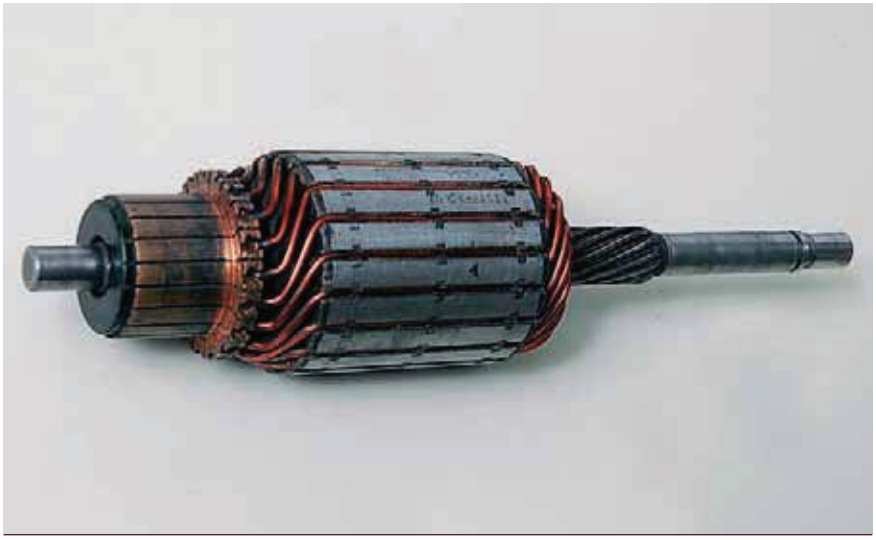
Bobinas inducidas, bobinas inductoras, colector y escobillas

Se denominan **bobinas inducidas** al conjunto de espiras que se encuentran en el interior del campo magnético, como podemos observar en las Figuras 6.19 y 6.20.

Este elemento del motor eléctrico también recibe el nombre de **rotor**, ya que es la parte de la máquina que gira, rota.



6.19. Bobinas inducidas. Esquema eléctrico.



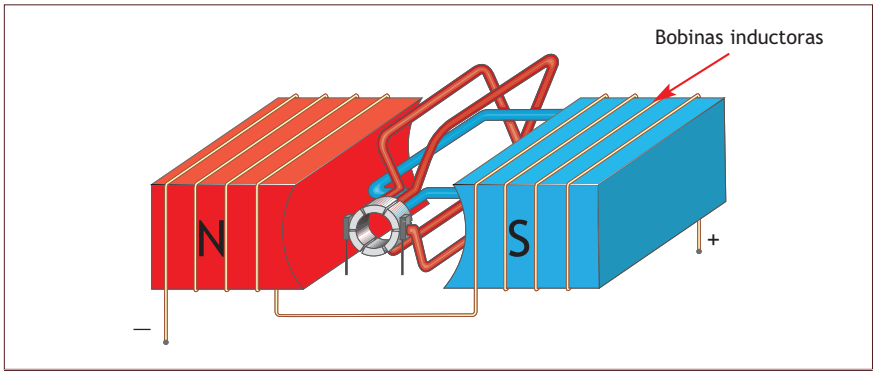
6.20. Bobinas inducidas tal y como aparecen en el motor eléctrico.

Se denomina **bobina inductora** al campo magnético exterior, el cual puede estar formado por imanes permanentes o por electroimanes (Figuras 6.21, 6.22.a y 6.22.b).

En el motor de arranque del coche suelen emplearse electroimanes, mientras que en el motor de arranque de las motos acostumbran a ser imanes permanentes.

Si nos fijamos en la Figura 6.21 nos daremos cuenta de que las bobinas no están enrolladas al azar, sino que la corriente las recorre de tal manera que en una masa polar se crea el polo norte mientras que en la otra se crea el polo sur.

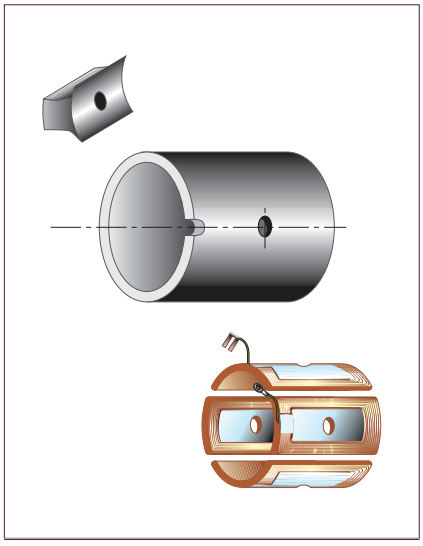
Llamamos bobinas inductoras a las que crean el campo magnético exterior del motor eléctrico. A estas bobinas también se las denomina **estator**, ya que es la parte de la máquina que está quieta, estática.



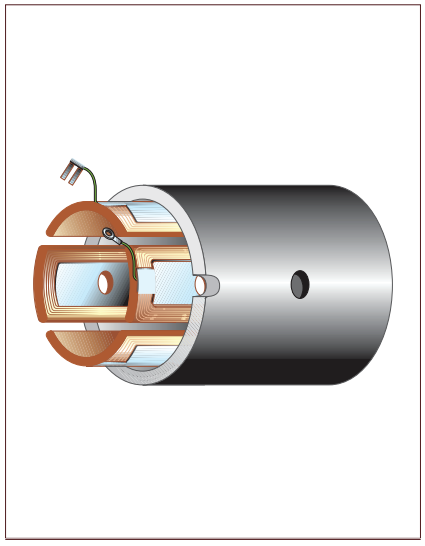
6.21. Esquema eléctrico de las bobinas inductoras.

Estas bobinas están enrolladas alrededor de núcleos de hierro para reforzar su campo magnético (Figura 6.22.a) y es a través de estos núcleos que se fijan a las paredes de la carcasa formando dos o cuatro polos (Figuras 6.22.a y 6.22.b).

El hilo conductor está enrollado en distintos sentidos según se trate del polo norte o del polo sur.



6.22.a. Bobinas inductoras, núcleo de hierro o masa polar y carcasa donde van sujetos los elementos anteriores.



6.22.b. Conjunto de inductoras y masas polares montadas en el interior de la carcasa.

El conjunto de **colector y escobillas** es el sistema utilizado para hacer llegar la intensidad a las bobinas inducidas.

El problema que se nos plantea es cómo hacer llegar la corriente a las bobinas inducidas, ya que estas están girando. Si recurriéramos a un simple cable, este se enrollaría hasta que dejara de girar o simplemente se rompiese.

Coches Escalextric

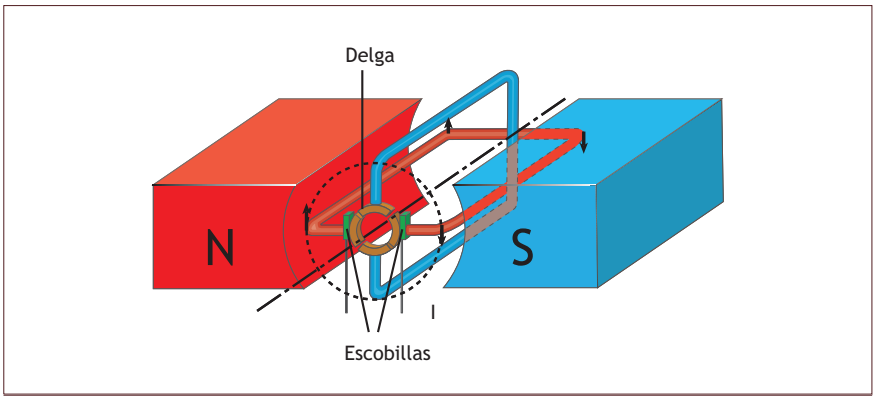
El conjunto colector escobillas es similar a la toma de corriente de los coches escalextric.

Vocabulario

Delga: cada una de las dos láminas de cobre que forman el colector de una máquina de corriente continua.

Escobilla: haz de hilos de cobre destinado a mantener el contacto, por frotación, entre dos partes de una máquina eléctrica, una de las cuales está fija mientras la otra se mueve.|| Pieza de otra forma o materia que sirve para el mismo fin.

Para solucionar esta dificultad, se coloca en cada extremo de la espira un contacto llamado **delga**, que gira con la espira, mientras que, en contacto con el hilo conductor por donde recibe la corriente, pondremos una **escobilla** (Figura 6.23).

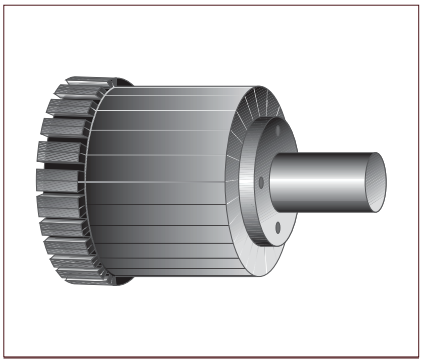


6.23. Esquema eléctrico de delgas y escobillas.

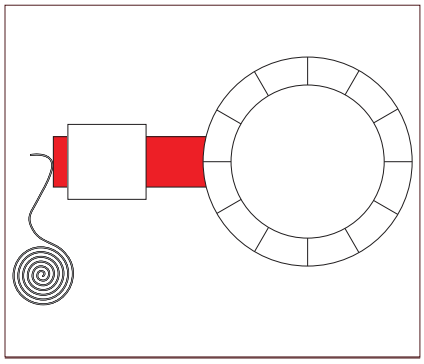
A cada extremo de las espiras de las bobinas inducidas, se suelda un elemento de cobre llamado delga. Las delgas de cada espira se colocan alternadas con las de las otras espiras siguiendo una forma cilíndrica.

- **Se llama colector al cilindro formado por el conjunto de delgas.**

La escobilla está hecha de carbono, que es un material conductor (Figura 6.24.b), y está en permanente contacto con el colector gracias a la presión que ejerce un muelle. Hay dos escobillas, la positiva y la negativa o masa.



6.24.a. Colector de un motor eléctrico.



6.24.b. Escobillas de un motor eléctrico.

Actividades propuestas

11·· ¿Es lo mismo una delga que un colector?

12·· ¿A qué bobinas, inducidas o inductoras, van unidas las delgas?

13·· ¿De dónde viene el conductor al que van unidas las escobillas?

14·· ¿Por qué razón en un motor eléctrico nos encontramos con un colector y escobillas?

4 >> Tipos de motores eléctricos utilizados en el automóvil

En el automóvil se utilizan dos tipos de motores eléctricos de corriente continua: aquellos que tienen el campo magnético exterior formado por imanes permanentes y aquellos en los que está formado por electroimanes, como el que acabamos de estudiar en el que el campo magnético lo constituían las **bobinas inductoras.**

La ventaja de los **motores eléctricos con bobinas inductoras** es que, siempre que lo permita la sección del conductor, es posible aumentar la intensidad de la corriente y con ella su campo magnético.

Por su parte, los **motores eléctricos con imanes permanentes** presentan la ventaja de tener un peso y tamaño reducido y cambiar su sentido de giro al invertir el sentido de la intensidad que recorre las bobinas inducidas.

Las cajas de cambio automáticas

Los engranajes epicicloidales son los utilizados en las cajas de cambio automáticas. En ellas cambiamos de velocidad fijando una de las tres partes del tren de engranajes epicicloidales.

5 >> Tipos de motores de arranque

Hay distintos tipos de motores de arranque. Los más utilizados son:

– El motor de arranque por contactor y horquilla.
– El motor de arranque por contactor, horquilla y reductora.
– El motor de arranque por inercia o Bendix.

5.1 > El motor de arranque por contactor y horquilla

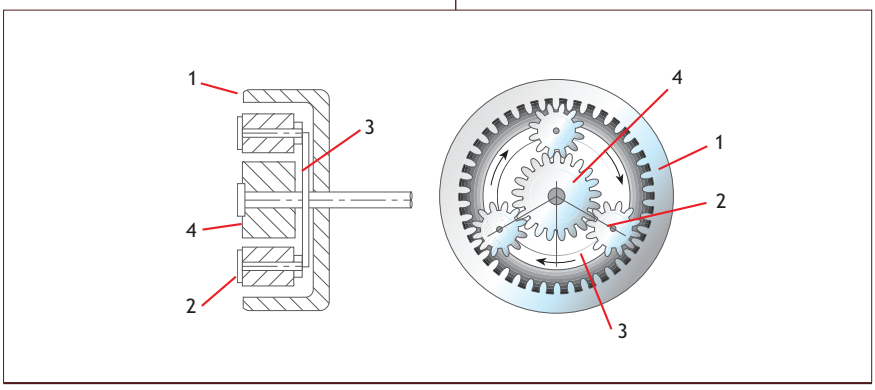
El motor de arranque por contactor y horquilla es el que hemos estudiado con detalle a lo largo de esta unidad didáctica y es el utilizado en la actualidad en los turismos.

5.2 > El motor de arranque por contactor, horquilla y reductora

El motor de arranque por contactor, horquilla y reductora es un caso particular del motor de arranque estudiado en esta unidad, con la única diferencia de que incorpora una marcha reductora para disminuir sus revoluciones y aumentar así su par o fuerza de giro. Se emplea en motores diésel de mediana y gran potencia.

La reductora (Figura 6.25) se sitúa sobre el eje del inducido del motor eléctrico y está constituida por un tren de engranajes epicicloidales.

El tren de engranajes epicicloidales está compuesto por un piñón central (4); una corona exterior con dientes en su interior (1); y un conjunto de piñones (satélites, 2), unidos entre sí por un portasatélites (3).



6.25. Tren de engranajes epicicloidales.

Vocabulario

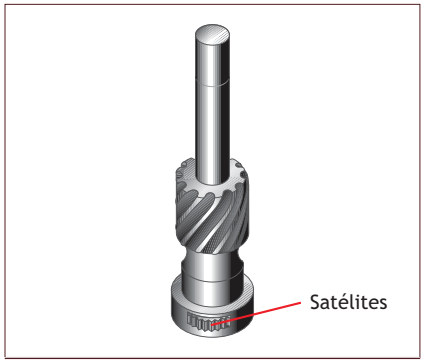
Inercia: es la resistencia que ofrecen los cuerpos a variar el estado de movimiento o de reposo en que se encuentren.

Funcionamiento del motor de arranque por contactor, horquilla y horquilla y reductora

El movimiento lo recibe el piñón, 4, directamente del inducido del motor eléctrico, mientras que la corona, 1, está fija a la carcasa del motor de arranque. En estas condiciones, cuando gira el piñón, los satélites, 2, se ponen a girar sobre sí mismos y, al estar engranados con la corona, se desplazan sobre ella con un movimiento de traslación a una velocidad muy inferior respecto de la del piñón, 4 (Figura 6.25).

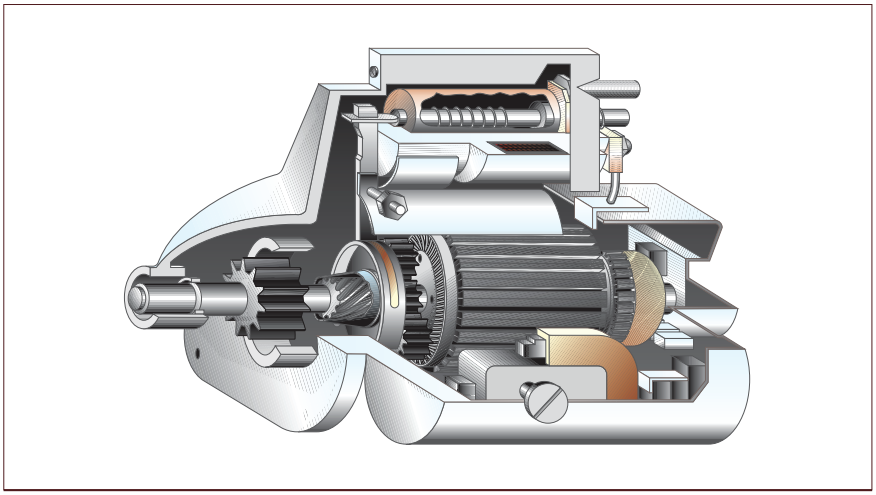
En la figura 6.26.a, podemos ver la corona tal y como es en realidad. En la figura 6.26.b está representado el eje portasatélites y satélites.

6.26.a. Conjunto corona.



626.b. Eje portasatélites y satélites.

En la figura 6.27 aparece representada una sección de un motor de arranque con reductora.



6.27. Motor de arranque con reductora.

La inercia en un viaje en autobús

Vamos a analizar qué nos pasa cuando viajamos de pie en un autobús, un metro o un tren:

Al subir, el tren está parado y nosotros también, en cuánto arranca, nos vamos para atrás, pues queremos seguir parados. Cuando el tren frena, nosotros nos vamos para delante, pues queremos seguir en movimiento.

5.3 > El motor de arranque por inercia o Bendix

El motor de arranque por inercia o Bendix, utilizado en las motocicletas, destaca por su sencillez y pequeño tamaño.

En la figura 6.28, podemos apreciar la diferencia de tamaño entre un motor de arranque por contactor y horquilla y otro tipo Bendix.

Elementos del motor Bendix

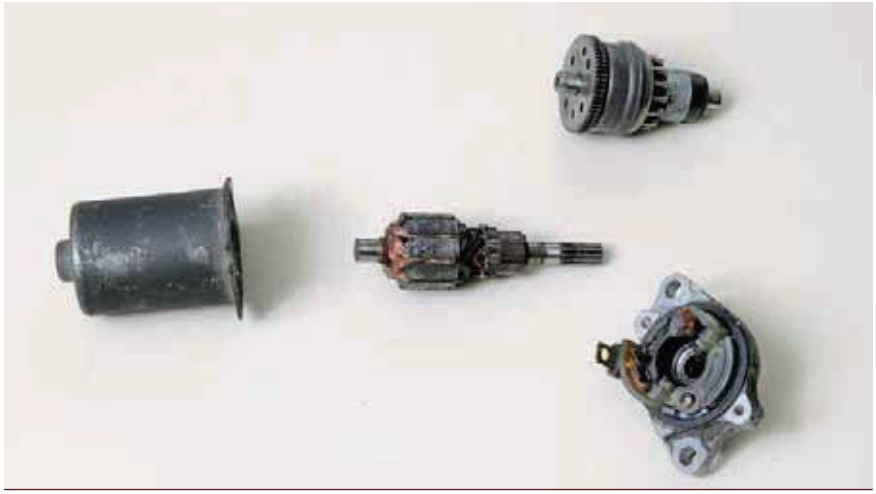
Este motor de arranque está compuesto por un motor eléctrico, la reductora y el conjunto piñón (Figura 6.29).

– **El motor eléctrico.** Se trata de un motor de corriente continua con el inductor formado por imanes permanentes. En su interior, giran las bobinas inducidas.
– **La reductora.** Está constituida por dos engranajes: un piñón a la salida del motor eléctrico, con 11 dientes, y un engranaje, con 60 dientes, en el eje donde va acoplado el conjunto piñón.
– **El conjunto piñón.** Lo forma un piñón de 14 dientes, en cuyo interior se ha practicado un filete de rosca igual al del eje.

6.28. Comparativa, en cuanto a tamaño, entre un motor de arranque por horquilla y uno por inercia.

En el momento en que el motor eléctrico recibe corriente, su inducido se pone a girar y, debido a la inercia, el conjunto piñón, que se resiste a girar, se desplaza sobre su eje hasta engranar con el motor térmico. Una vez que el motor térmico se ha puesto en funcionamiento, al ir a mayor velocidad que el piñón impulsa a este sobre el eje hacia la posición de reposo.

Para evitar que, durante la marcha, el piñón se desplace —con el consiguiente riesgo de que pudiera tocar la corona del motor térmico— presenta por uno de sus extremos un muelle que lo mantiene fijo en la posición de reposo.



6.29. Partes del motor de arranque por inercia.

Actividades propuestas

15·· ¿Cuáles son los motores térmicos que necesitan una reductora en el motor de arranque?

16·· ¿En qué tipo de vehículos se suele utilizar un motor de arranque tipo Bendix?

17·· ¿En qué casos están formadas por imanes permanentes las inductoras del motor eléctrico del motor de arranque? ¿Qué ventajas presentan?

Actividades finales

1·· Identifica en un vehículo de tu familia la situación del motor de arranque. Para ello sigue estos pasos:

1. Abrir el capó del automóvil.
2. Identificar el motor térmico y la caja de velocidades.
3. Situar el volante de inercia entre el motor térmico y la caja de velocidades.
4. Mirar alrededor del volante de inercia hasta encontrar el motor de arranque.

2·· Escribe en tu libreta todo el proceso descrito en los siguientes pasos:

1. Escribe los pasos a seguir en la apertura del capó.
2. Determina la posición en que se encuentran el motor térmico y la caja de velocidades en el automóvil. Dibújalo en tu cuaderno.
3. Sitúa el volante de inercia en el dibujo anterior.
4. Acopla el motor de arranque en el dibujo anterior. Utiliza otro color para que quede mejor resaltado.

3·· Realiza en el aula un estudio comparativo de los resultados obtenidos al observar el coche familiar en las actividades anteriores. Para ello, clasificaremos los automóviles estudiados según:

Posición del motor térmico en el vehículo	Marca	Modelo	Situación del motor de arranque

Caso final

Cómo podemos saber si es el motor eléctrico o es el contactor el elemento averiado del motor de arranque

•• Disponemos de un motor de arranque por horquilla y contactor que no funciona y queremos saber si está estropeado el motor eléctrico o el contactor.

Para ello, contamos con una batería y los cables de conexión.

Solución •• En primer lugar, comprobaremos que efectivamente el motor de arranque no funciona.

Para que el motor de arranque funcione correctamente deberemos conectar, según hemos estudiado en el apartado 2.2:

- El positivo (50) a la conexión exterior de las bobinas del contactor.
- El positivo directo de batería (30) al contacto del solenoide situado más cercano a la conexión de la bobina.
- El negativo de la batería a cualquier sitio del cuerpo del motor de arranque, ya que deberemos cerrar el circuito a masa.

En caso de funcionar correctamente, el piñón se deberá desplazar sobre el eje y girar.

A continuación, pasaremos a **verificar el contactor**. Esta comprobación debe realizarse en dos fases: primero comprobaremos el solenoide de retención y, a continuación, el solenoide de activación según hemos estudiado en el apartado 3.1.

Para comprobar el solenoide de retención, deberemos conectar:

- El positivo (50) a la conexión exterior de las bobinas del contactor.
- El negativo de la batería a cualquier sitio del cuerpo del motor de arranque, ya que deberemos cerrar el circuito a masa.

6.30. Comprobamos el solenoide de retención.

Seguidamente, para el solenoide de activación, conectaremos:

- El positivo (50) a la conexión exterior de las bobinas del contactor.
- El negativo de la batería al contacto inferior.

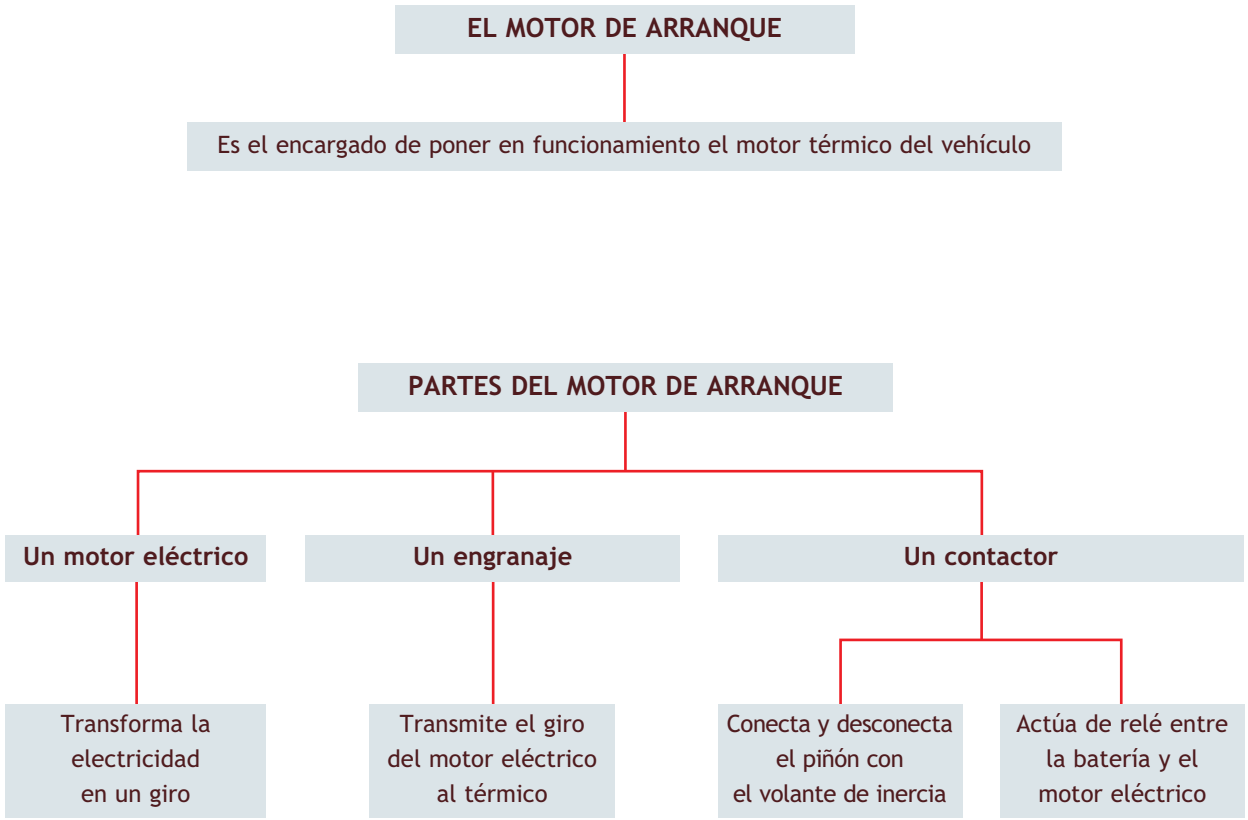
En caso de que el contactor funcione correctamente, oiremos un chasquido, correspondiente al desplazamiento del núcleo del contactor, al mismo tiempo que veremos desplazarse al conjunto piñón.

Finalmente, **comprobaremos el motor eléctrico**, para lo cual conectaremos:

- El positivo de la batería en el contacto de salida del solenoide hacia el motor eléctrico.
- El negativo de la batería a cualquier sitio del cuerpo del motor de arranque, ya que deberemos cerrar el circuito a masa.

Si el motor eléctrico funciona correctamente, el piñón debería girar.

Ideas clave


EL MOTOR DE ARRANQUE
Es el encargado de poner en funcionamiento el motor térmico del vehículo
PARTES DEL MOTOR DE ARRANQUE
Un motor eléctrico
Un engranaje
Un contactor
Transforma la electricidad en un giro
Transmite el giro del motor eléctrico al térmico
Conecta y desconecta el piñón con el volante de inercia
Actúa de relé entre la batería y el motor eléctrico

DE LA PALANCA AL MOTOR ELÉCTRICO

Los primeros automóviles tenían en su contra el sistema de puesta en marcha del motor térmico, ya que debía accionarse manualmente mediante el uso de una manivela.

Esta manivela, llamada *crank*, estaba situada generalmente a continuación del cigüeñal. Esto suponía que el automovilista debía hacer un gran esfuerzo para superar la resistencia que oponía el motor. Además, existía el peligro de sufrir graves lesiones en caso de cometer algún error o producirse una falsa explosión.

El proceso de arranque era complejo:

– Se tenía que retrasar la chispa.
– Había que colocar la válvula reguladora del acelerador en un punto que, prácticamente, solo conocía su conductor.
– Se debía poner el embrague en posición neutra, ya que en el momento del arranque el vehículo podía desplazarse hacia delante y abalanzarse sobre el automovilista.
– Solo entonces se podían dar una o dos vueltas a la manivela (aunque generalmente se requerían muchas más) esperando que el motor térmico se pusiera en funcionamiento.

Cuando el motor térmico arrancaba, el conductor debía correr a los controles para adelantar la chispa y ajustar la válvula reguladora para evitar que el motor se parara.

Hay una historia popular que cuenta porque Henry Leland presidente de Cadillac Motor Car Company encargó el desarrollo de un arrancador automático:.

En verano de 1910, una mujer iba conduciendo por el puente de la isla Belle en Detroit y, al subir la pendiente, su Cadillac se paró. Byron T. Carter (amigo de Henry Leland), que pasaba por allí, paró para ayudarla, pero no se dio cuenta de que la chispa no había sido retrasada y, al intentar arrancar el motor, la palanca giró bruscamente contra su cara, rompiéndole el brazo y la mandíbula. Debido a su edad y a varias complicaciones de salud, el Sr. Carter murió.

El encargado de desarrollar el autoarrancador fue el ingeniero Charles Franklin Kettering (1876-1958), quien incorporó al automóvil un sistema de arranque mediante un motor eléctrico accionado por una pequeña batería de plomo.

Este motor eléctrico debía ser capaz de arrancar el motor del automóvil, así como generar electricidad para alimentar la batería y mantenerla cargada.

Este sistema fue instalado por primera vez en un Cadillac el 27 de febrero de 1911.

Charles Franklin Kettering.

unidad 7

Comprobaciones del motor de arranque

SUMARIO

- Desmontaje
- Estudio y comprobación de sus componentes
- Montaje
- Comprobación sobre el banco de pruebas
- Verificación sobre el vehículo
- Modo de encendido

OBJETIVOS

- Realizar el desmontaje y montaje correcto del motor de arranque.
- Realizar y comprobar las curvas características que nos da el banco de pruebas eléctrico comparándolas con las facilitadas por el fabricante.
- Ser capaz de detectar averías y el tipo de reparación que se debe realizar para subsanarlas.

  Concienciarse de la necesidad de trabajar en condiciones de seguridad.

1 >> Desmontaje de un motor de arranque con desplazamiento por contactor y horquilla

Acabamos de ver cómo es y qué partes constituyen un motor de arranque con desplazamiento por contactor y horquilla. A continuación aprenderemos a efectuar el desmontaje del mismo.

Técnica

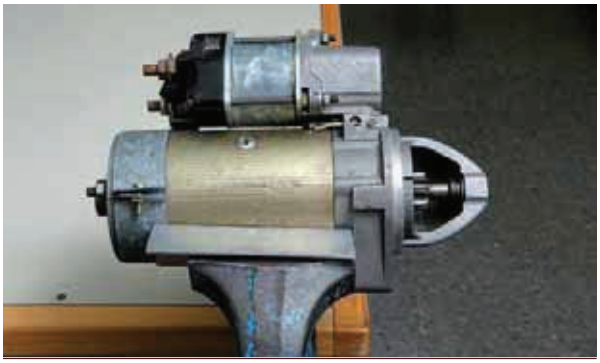
Desmontaje del motor de arranque

•• El objetivo de esta práctica es doble: por un lado, aprender a efectuar el desmontaje de todos los elementos del motor de arranque; por otro, identificar cada uno de sus elementos basándonos en la teoría explicada en la unidad didáctica anterior.

Desarrollo •• En primer lugar, situaremos el motor de arranque sobre el tornillo de banco (Figura 7.1).

Materiales

- 1 motor de arranque
- 1 juego de llaves fijas
- 1 juego de llaves de tubo
- 1 destornillador plano
- 1 destornillador de estrella



7.1. Motor de arranque sujetado en el tornillo de banco.

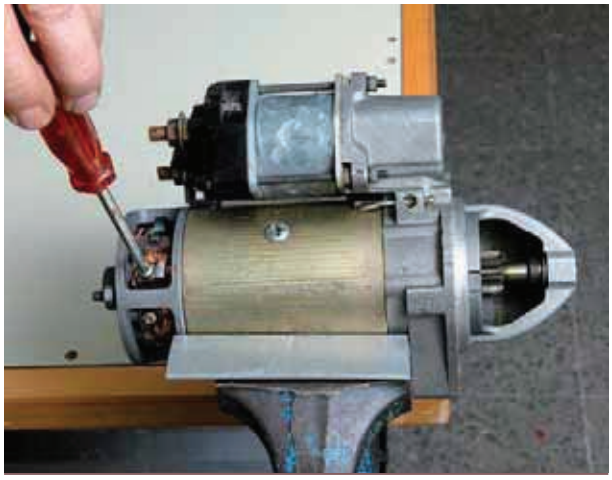
Seguidamente, desmontaremos las escobillas.

Empezaremos aflojando el tornillo de la abrazadera que las protege (Figura 7.2) y, a continuación, pasaremos a retirarla dejando libres los tornillos que sujetan las escobillas al portaescobillas.

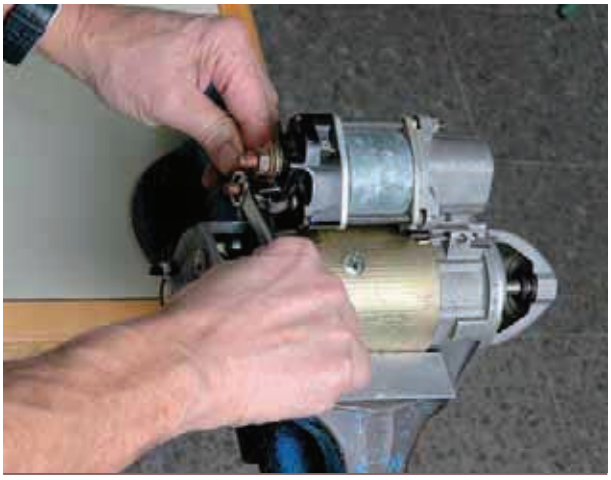
7.2. Quitamos la abrazadera.

>>

Ya estamos en disposición de desmontar las escobillas. Para ello, quitaremos el tornillo de fijación (Figura 7.3) y apoyaremos el muelle que las presiona sobre el lateral de la propia escobilla. De esta manera, quedará sujeta pero sin estar presionada contra el colector. Conviene fijarnos que en el tornillo de fijación de la escobilla positiva van conectados dos terminales, el de la propia escobilla y un terminal de las bobinas inductoras.



7.3. Aflojamos el tornillo y levantamos el muelle.

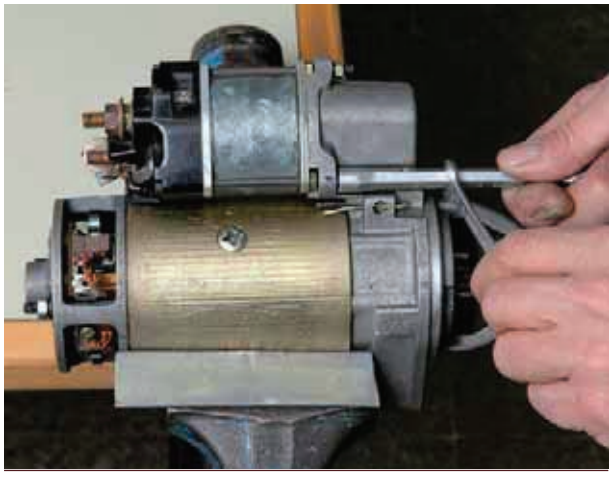


7.4. Desconectamos el terminal de las inductoras.

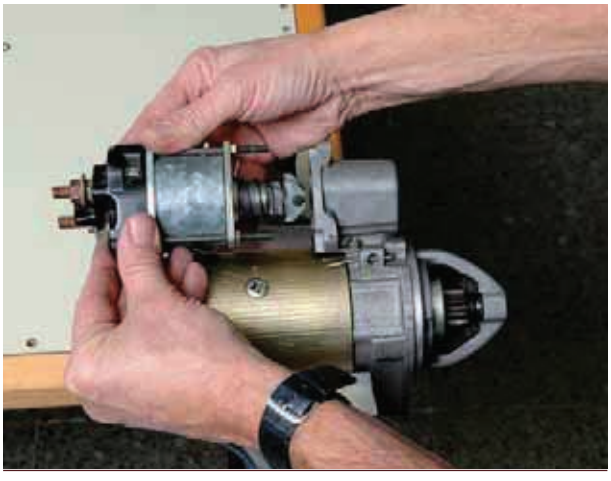
Seguidamente, pasaremos a separar el contactor del motor eléctrico, para lo cual aflojaremos la tuerca que fija el terminal de las inductoras al borne de salida de corriente del relé, que constituye parte del contactor (Figura 7.4).

A continuación, sacaremos las tuercas y arandelas de los espárragos que sujetan el contactor a la tapa del lado de accionamiento del motor de arranque (Figuras 7.5), y ya estaremos en disposición de retirar el contactor (Figura 7.6).

Las tuercas y arandelas conviene guardarlas montadas en sus respectivos espárragos para facilitar posteriormente el montaje.



7.5. Retiramos los espárragos del contactor.



7.6. Retiramos el contactor.

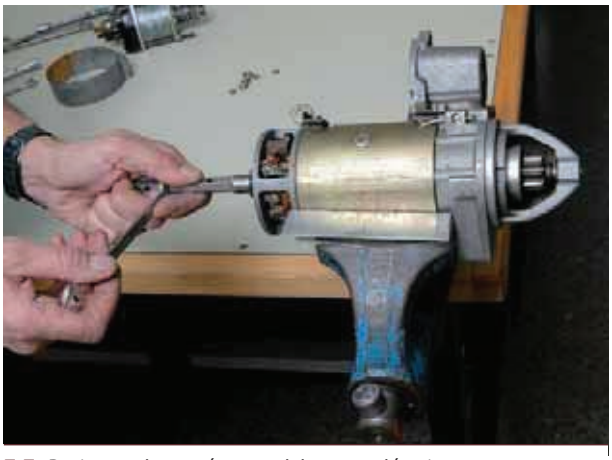
Para terminar de efectuar el desmontaje del motor de arranque, nos queda sacar las tuercas y arandelas de los espárragos que sujetan el conjunto del motor eléctrico (Figura 7.7). Con esta operación, podremos ya separar las tapas de los dos extremos de la carcasa.

A continuación, sacaremos el bulón que hace de punto de apoyo y de giro de la horquilla.

Nos podemos encontrar con distintas soluciones para sujetar el bulón. En todas ellas tenemos un pasador a un lado del bulón y la diferencia reside en el otro extremo. Así, por ejemplo, nos podemos encontrar con las siguientes soluciones:

- El alojamiento tiene un diámetro inferior al del propio bulón.
- El extremo es ciego.
- En el extremo del bulón hay una cabeza de tornillo cuadrada.
- El extremo tiene otro pasador.

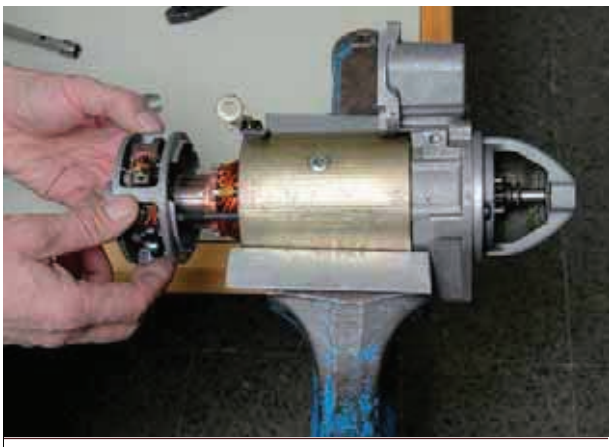
Para sacar el bulón deberemos, en todos los casos, retirar el pasador para posteriormente extraer el bulón (Figura 7.8). Una vez retirado el bulón, ha quedado libre la horquilla.



7.7. Retiramos los espárragos del motor eléctrico.

7.8. Retiramos el pasador del bulón.

Después, retiraremos la tapa del lado del colector.



7.9. Sacamos la tapa del lado del colector.

Ahora ya estamos en disposición de retirar la carcasa (Figura 7.10).

7.10. Sacamos la carcasa.

Finalmente, retiraremos del interior de la carcasa el conjunto inducido (Figura 7.11).

7.11. Sacamos el conjunto inducido.

Actividades propuestas

1·· Realiza uno por uno los dibujos de cada una de las partes de las que se compone el motor de arranque con desplazamiento por contactor y horquilla que acabamos de desmontar. Indica en cada caso a qué elemento corresponde de los estudiados en la unidad didáctica anterior y, a continuación, explica brevemente cuál es su función dentro del conjunto.

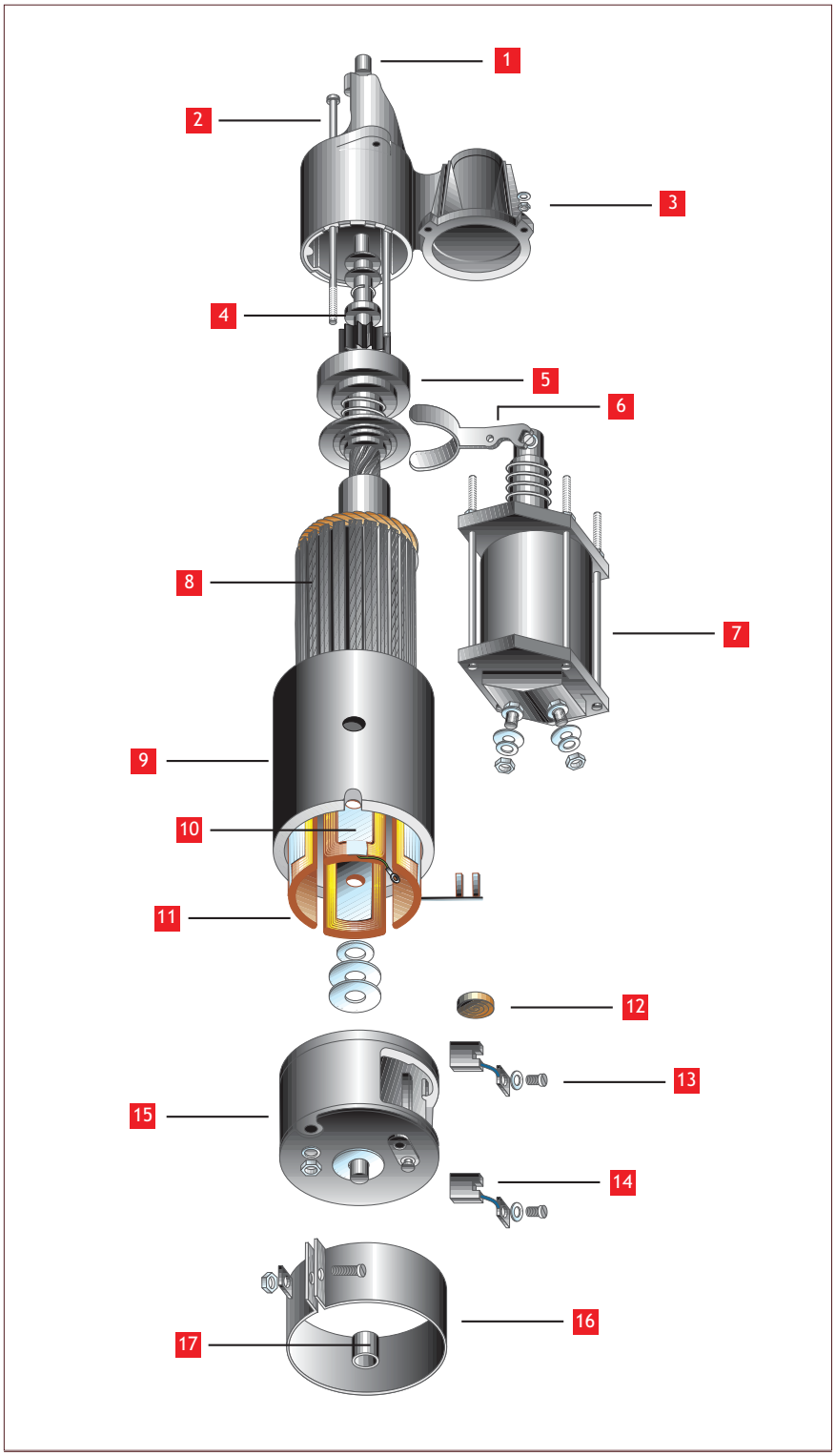
2·· Indica, siguiendo el orden de desmontaje, los conectores que te has encontrado al desmontar el tornillo que sujeta el terminal de:

a) La escobilla positiva.
b) La escobilla negativa.

3·· Dibuja los espárragos (con sus tuercas y arandelas) que sujetan el contactor con la tapa del lado de accionamiento.

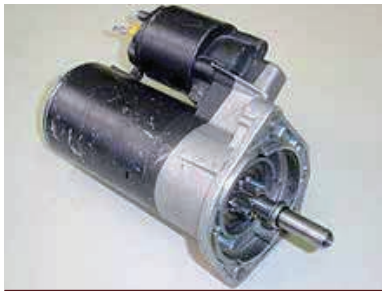
2 >> Despiece del motor de arranque

En la Figura 7.12 están representadas todas las piezas que constituyen el motor de arranque según la posición relativa que ocupan en el mismo.



7.12. Despiece del motor de arranque.

1 Casquillo sintetizado
2 Tornillo
3 Soporte del lado de accionamiento
4 Casquillo de tope
5 Conjunto piñón
6 Horquilla de mando
7 Contactor
8 Inducido completo
9 Carcasa terminada
10 Expansión polar
11 Conjunto inductor
12 Muelle escobilla
13 Escobilla positiva
14 Escobilla negativa
15 Soporte lado colector
16 Abrazadera de protección
17 Casquillo sintetizado



7.13.a. Motor de arranque sin tapa de accionamiento.

3 >> Análisis y comprobación de los elementos del motor de arranque con desplazamiento por contactor y horquilla

Una vez desmontado pieza por pieza todo el motor de arranque, pasaremos a observar cada uno de estos elementos y a realizar las pruebas y comprobaciones necesarias.

3.1 > Tapa del lado de accionamiento

La tapa del lado de accionamiento, o tapa del morro, es la que se encuentra en el lado del motor eléctrico donde está el conjunto piñón (Figura 7.13.b). En la actualidad, hay motores de arranque en los que la tapa es la propia campana del volante de inercia (Figura 7.13.a).

Se fabrica en fundición de aluminio y tiene por misión servir de soporte al:

– Eje del inducido sobre el que se desplazará el conjunto piñón.
– Punto sobre el que basculará la horquilla.
– Contactor.

Al mismo tiempo, en ella se encuentra el soporte del motor de arranque que servirá para fijarlo al motor térmico.

En la tapa del lado de accionamiento comprobaremos:

– **El desplazamiento axial.** En caso de existir, deberemos colocar unas arandelas sobre el eje del inducido, entre la tapa y el seguro del piñón.
– **El casquillo de bronce** sobre el que se apoya el eje del inducido, que debe estar perfectamente lubricado con grasa y no presentar excentricidad ni un excesivo desgaste. En caso contrario, procederemos a su sustitución.

Para su sustitución, golpearemos, desde el exterior, con un martillo y un botador de la propia anchura del casquillo. En el caso de que sea ciego y no se pueda golpear desde el exterior, pondremos grasa en el interior del casquillo y golpearemos con un martillo y un botador del mismo diámetro que el interior del casquillo. El casquillo deberá salir de su alojamiento por la presión de la grasa.

7.13.b. Tapa del lado de accionamiento.

3.2 › Observación y comprobaciones de la tapa portaescobillas

La tapa portaescobillas se fabrica en fundición de aluminio y se encuentra en el lado del colector del motor eléctrico (Figura 7.14).

En ella nos encontraremos con:

– El soporte de las escobillas, con las escobillas y el muelle de presión.
– Un casquillo de bronce sobre el que se apoyará el eje del inducido.

7.14. Tapa portaescobillas.

Las comprobaciones de la tapa portaescobillas consisten en verificar el casquillo de bronce y las escobillas.

Por lo que respecta al casquillo de bronce, tendremos que comprobar que esté perfectamente lubricado con grasa y no presente un excesivo desgaste ni excentricidad. En caso contrario, deberá ser sustituido.

En cuanto a las escobillas, deberemos verificar que:

– **La escobilla deslice suavemente en el portaescobillas.**
– **La longitud de las escobillas sea la mínima que nos indique el fabricante**, generalmente superior a 11,5 mm.
– **La presión del muelle sobre la escobilla sea la indicada por el fabricante** (entre 8 N y 14 N).

La presión del muelle deberá comprobarse con un dinamómetro.

Para ello:

– Separamos el muelle de la escobilla con el dinamómetro.
– Vamos disminuyendo la fuerza del dinamómetro, para que el muelle se vaya acercando nuevamente a la escobilla.
– En el momento en que el muelle tome contacto con la escobilla, su escala graduada nos indicará la fuerza que ejerce sobre esta.

Una vez separada la tapa portaescobillas, estudiaremos con atención todos los detalles para distinguir la escobilla positiva de la escobilla negativa (masa).

Cuando hayamos identificado la escobilla positiva, **comprobaremos que esté aislada de masa.**

Para ello:

– Colocaremos el selector del polímetro en posición de continuidad (Figura 7.15).

7.15. Posición de continuidad.

Vocabulario

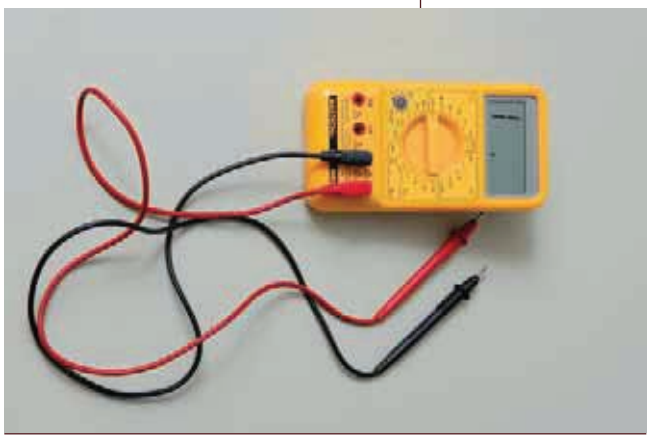
Dinamómetro: aparato de medida que nos indica cuál es la fuerza que ejerce un cuerpo al ser suspendido de uno de los extremos del dinamómetro.

Escobilla positiva y negativa

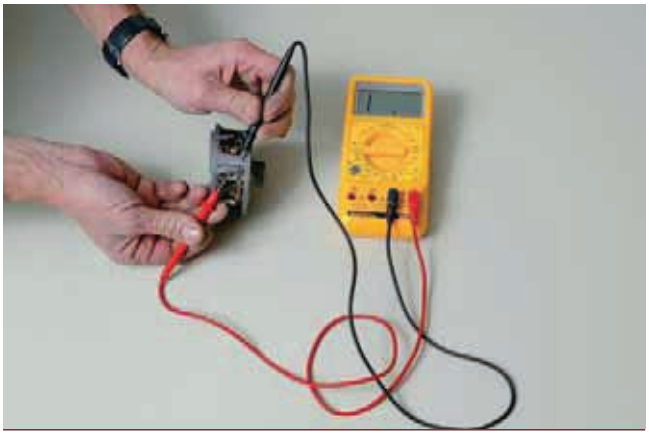
La escobilla positiva la podemos reconocer porque su hilo conductor se encuentra aislado mientras que en la escobilla negativa no lo está.

– Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro siempre en el mismo conector y el positivo o rojo en la posición de ohmímetro (Figura 7.16).
– Colocaremos una de las puntas de pruebas en el portaescobillas y la otra directamente en la tapa (Figura 7.17).

En estas condiciones, el ohmímetro no deberá pitar y marcará infinito.



7.16. Conectores de las puntas de prueba.



7.17. Comprobación del aislamiento a masa de la escobilla positiva.

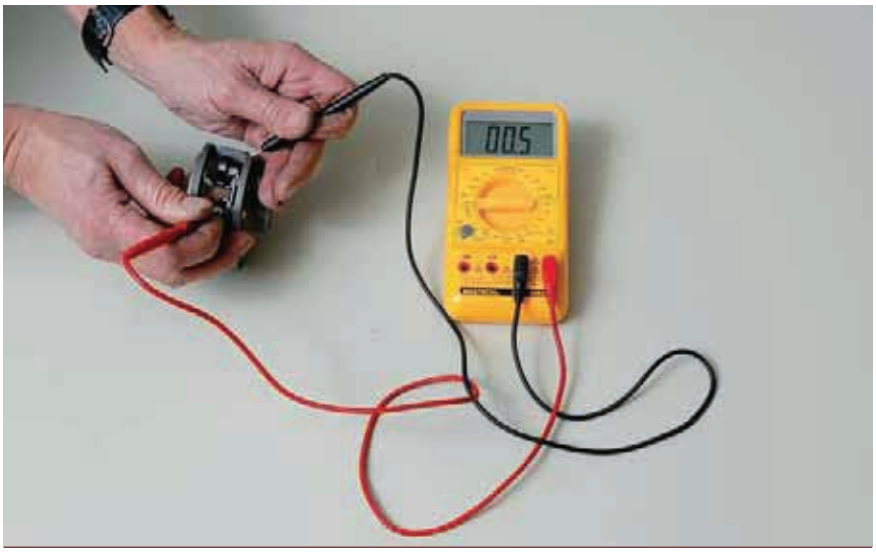
Por lo que respecta a la escobilla negativa, **comprobaremos que tenga continuidad con masa**. Para ello:

– Colocaremos el selector del polímetro en posición de continuidad.
– Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su conector y el positivo o rojo en la posición de ohmímetro.
– Colocaremos una de las puntas de pruebas en el portaescobillas y la otra directamente en la tapa (Figura 7.18).

En estas condiciones, el ohmímetro deberá pitar.

Ohmímetro

Siempre que para efectuar una lectura utilicemos un ohmímetro no existe polaridad ya que las medidas de la resistencia y las pruebas de continuidad se deben realizar sin ninguna fuente de tensión.



7.18. Comprobación de continuidad a masa de la escobilla negativa.

3.3 > Comprobaciones en las inductoras

Empezaremos comprobando el **aislamiento a masa de las bobinas inductoras.** Para ello:

– Colocaremos el selector del polímetro en posición de continuidad.
– Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su posición y el positivo o rojo en la posición de ohmímetro.
– Colocaremos una de las puntas de pruebas en un extremo de la bobina y la otra directamente en la carcasa (Figura 7.19).

En estas condiciones, el ohmímetro no deberá pitar y marcará infinito.

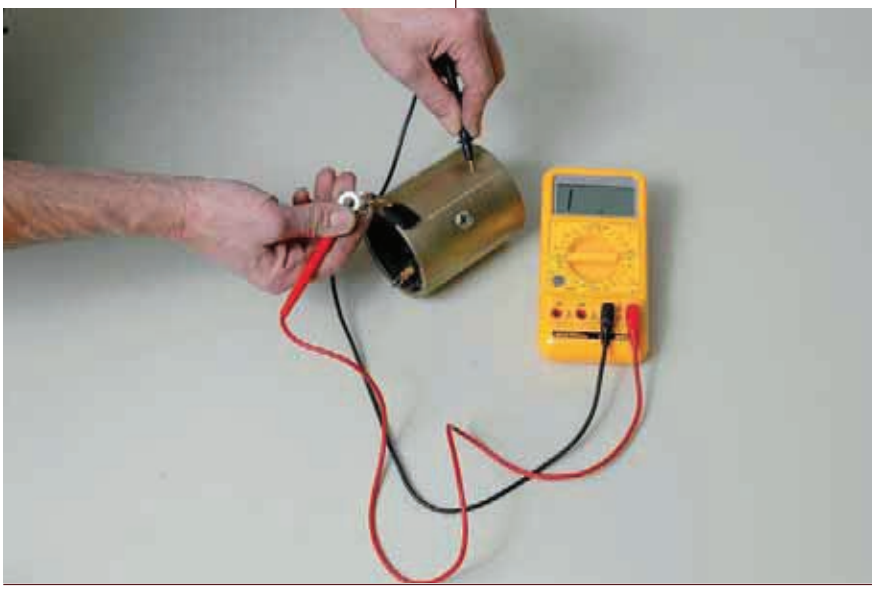
Pasaremos a comprobar a continuación la **continuidad de las bobinas inductoras.** Para ello:

– Colocaremos el selector del polímetro en posición de continuidad.
– Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su conector y el positivo o rojo en la posición de ohmímetro.
– Colocaremos una de las puntas de pruebas en el extremo de la bobina y la otra en el otro extremo de la bobina (Figura 7.20).

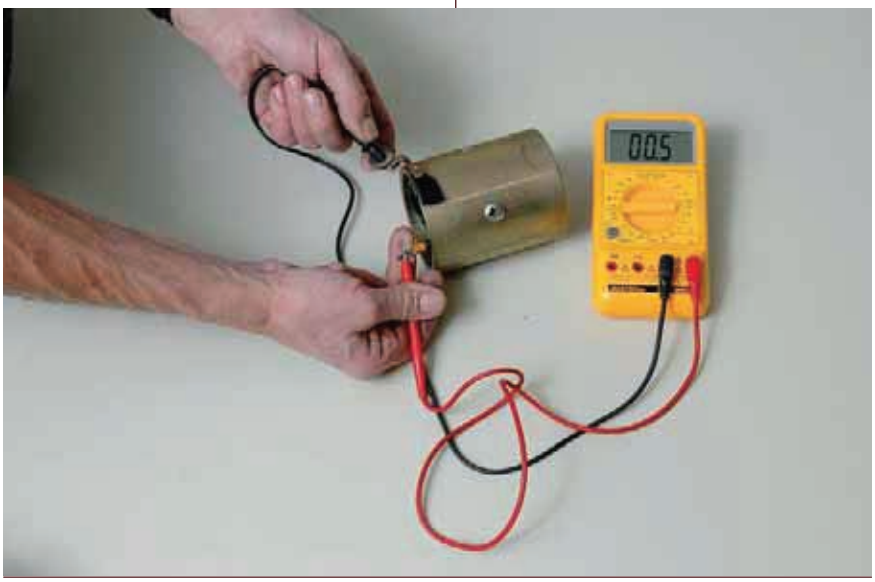
En estas condiciones, el ohmímetro deberá pitar y no marcará infinito.

La prueba de continuidad no nos asegura que no exista ningún cortocircuito en las bobinas inductoras. Por tanto, **tendremos que asegurarnos de que no exista cortocircuito** midiendo su resistencia y comparándola con el valor que nos facilita el fabricante (alrededor de 3 Ω). Si la lectura que nos da el polímetro es inferior al valor del fabricante, será indicativo de cortocircuito.

En el caso de que hayamos tenido que desmontar las inductoras de la carcasa, al volverlas a montar **deberemos comprobar que el espacio existente entre las masas polares es el indicado por el fabricante.** De esta manera, el inducido girará libremente.



7.19. Comprobación del aislamiento a masa de las bobinas inductoras.



7.20. Comprobación de la continuidad y resistencia de las bobinas inductoras.

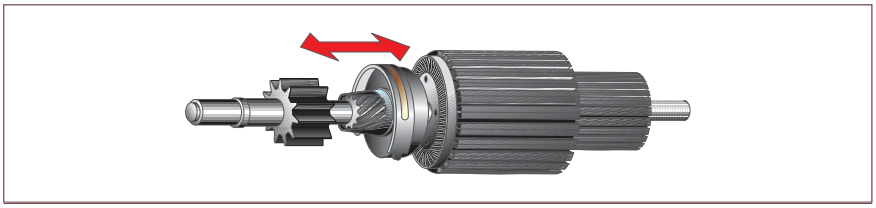
3.4 > Comprobaciones del conjunto inducido

El conjunto inducido está formado por las bobinas inducidas, que giran solidarias a un eje estriado, y el conjunto piñón, que se desplaza sobre dicho eje.

Las comprobaciones que realizaremos serán las siguientes.

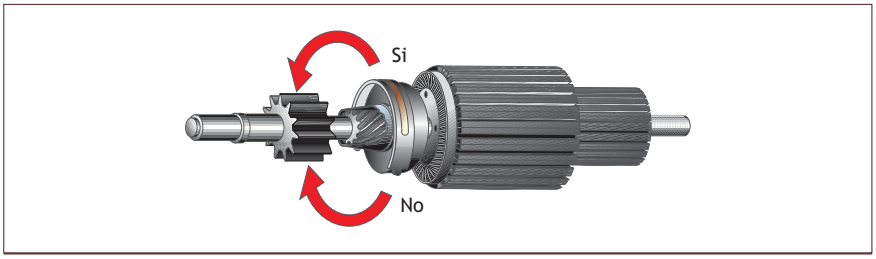
El conjunto piñón

Sobre el conjunto piñón, nos aseguraremos de que se desplaza suavemente por el eje del inducido lubricándolo con grasa (Figura 7.21).



7.21. Desplazamiento del piñón sobre el eje del inducido.

En cuanto al mecanismo de rueda libre, llamado también embrague, probaremos que el engranaje gire libremente en una dirección y quede clavado al intentar girarlo en sentido contrario (Figura 7.22).

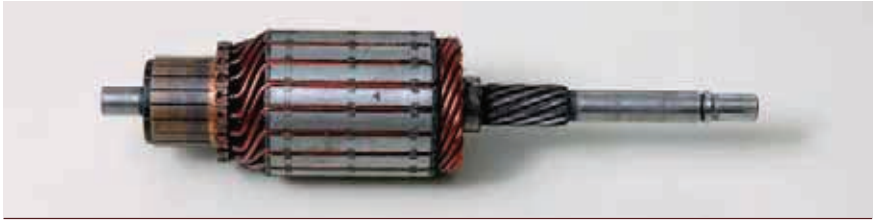


7.22. Giro libre del piñón en un sentido pero no en el contrario.

Finalmente, verificaremos la eficacia del muelle, que deberá comprimirse al desplazar el conjunto piñón sobre el eje estriado.

El eje estriado

Nos cercioraremos de que las estrías que lleva labradas en él estén libres de impurezas para evitar que el conjunto piñón tenga dificultad en desplazarse (Figura 7.23).



7.23. Eje estriado del inducido.

Examinaremos los apoyos de los casquillos para verificar que no tengan un desgaste excesivo.

Bobinas inducidas

En las bobinas inducidas comprobaremos el colector y las bobinas propiamente dichas.

En cuanto al **colector**, debemos observar si tiene un desgaste excesivo, rayaduras, excentricidad o algún conductor suelto.

Para advertir si tiene un excesivo desgaste o una excentricidad, colocaremos el inducido en el torno y situaremos un reloj comparador sobre el colector (Figura 7.24). A continuación, iremos girando el colector y anotando las posibles desviaciones para comparar los resultados con las tolerancias fijadas por el fabricante. Las rayaduras, por su parte, se ven a simple vista.

En el caso de rayaduras o excentricidad tendremos que tornear el colector a un diámetro inferior (siempre dentro de las medidas que nos fija el fabricante, Figura 7.25). Una vez torneado, deberemos eliminar las pequeñas virutas con aire a presión antes de volver a montarlo en el motor eléctrico. Del mismo modo, nos aseguraremos de que no quede ningún resto de virutas entre delgas. Para ello pasaremos, por todas las ranuras, una galga sin dientes (para no afectar a las resinas interiores).

Excentricidad

Decimos que existe excentricidad cuando un cuerpo cilíndrico gira sobre un punto que no es su centro.

7.24. Comprobación de la excentricidad del colector.

7.25. Torneado del colector.

En las **bobinas inducidas** deberemos, igual que hemos hecho con las bobinas inductoras, comprobar su aislamiento a masa, su continuidad y asegurarnos de que no haya ningún cortocircuito.

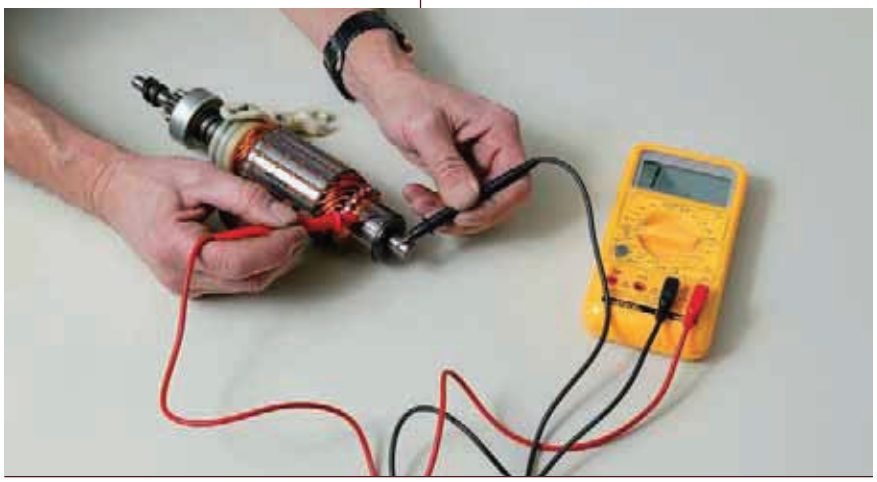
Empezaremos comprobando el **aislamiento a masa de las bobinas inducidas**. Para ello:

– Colocaremos el selector del polímetro en posición de continuidad.

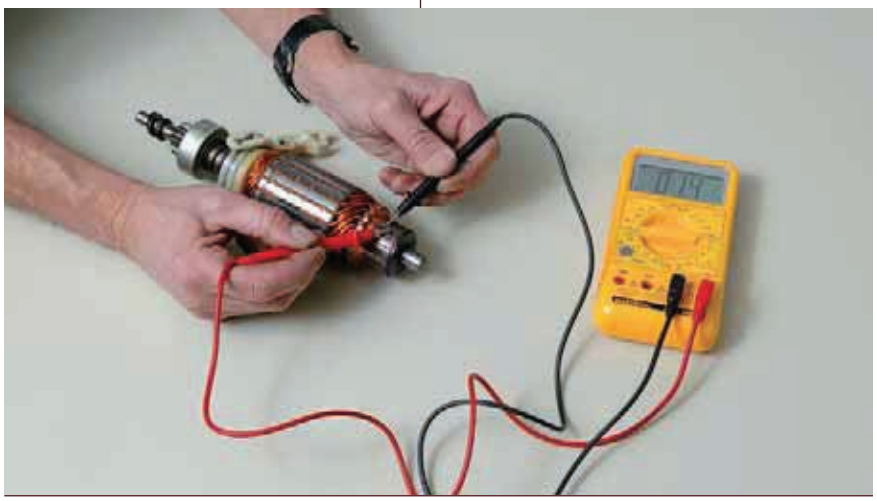
Vocabulario

Tornear: reducir el diámetro exterior de un cilindro con la ayuda de una máquina herramienta denominada torno.

– Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su posición y el positivo o rojo en la posición de ohmímetro.



7.26. Comprobación del aislamiento a masa de las bobinas inducidas.



7.27. Comprobación de la continuidad en las bobinas inducidas.

7.28. Prueba de cortocircuito.

– Colocaremos una de las puntas de pruebas en una delga y la otra directamente en el eje (Figura 7.26).

En estas condiciones, el ohmímetro no deberá pitar y marcará infinito.

Pasaremos a continuación a comprobar la **continuidad de las bobinas inducidas.** Para ello:

– Colocaremos el selector del polímetro en posición de continuidad.
– Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su conector y el positivo o rojo en la posición de ohmímetro.
– Colocaremos una de las puntas de pruebas en una delga y la otra en la delga que está a su lado (Figura 7.27).

En estas condiciones, el ohmímetro deberá pitar y no marcar infinito.

La prueba de continuidad no nos asegura que no exista ningún cortocircuito en las bobinas inducidas. Por tanto, **tenemos que asegurarnos de que no exista cortocircuito,** para lo cual utilizaremos un roncador.

Un roncador es un aparato eléctrico que tiene un soporte en forma de V donde se coloca el conjunto inducido (Figura 7.28).

Para realizar la prueba de cortocircuito, deberemos dar corriente al roncador y colocar el inducido sobre el soporte en V. Encima del inducido pero sin tocarlo, deberemos aguantar una lámina de hiero. En estas condiciones, haremos girar el inducido sobre sí mismo y, si existe un cortocircuito en algún punto, la lámina de hierro será atraída por el inducido.

4 >> Montaje del motor de arranque

Una vez que hemos comprobado uno a uno todos los elementos que componen el motor de arranque, pasaremos a efectuar su montaje.

Técnica

Montaje del motor de arranque

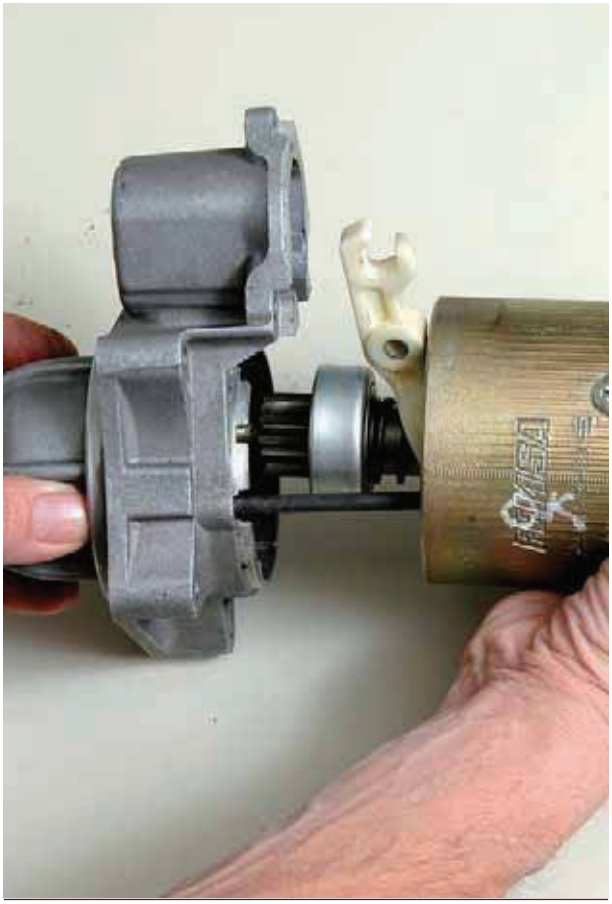
•• El objetivo de esta práctica es aprender a efectuar el montaje de todos los elementos del motor de arranque con orden, pulcritud y destreza y siguiendo las normas de seguridad establecidas.

Desarrollo •• Empezaremos por efectuar el **montaje del motor eléctrico**, para lo cual realizamos el siguiente procedimiento.

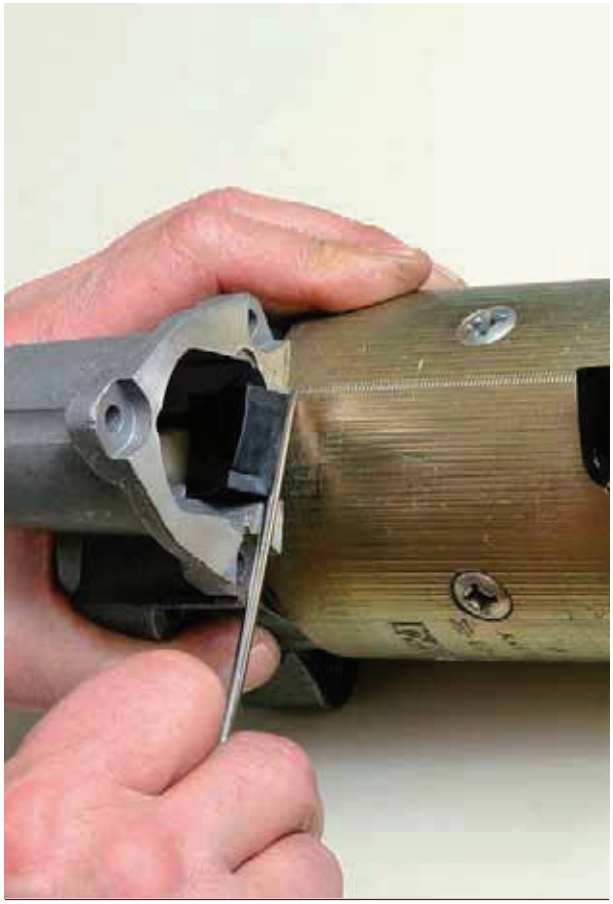
Uniremos la carcasa (en la que ya hemos introducido el conjunto inducido) con la tapa del lado de accionamiento (Figura 7.29.a). Lubricaremos con grasa el punto de apoyo sobre el que gira el inducido. Hay que poner especial atención en no olvidarnos el soporte de goma (Figura 7.29.b).

Materiales

- 1 motor de arranque
- 1 juego de llaves fijas
- 1 juego de llaves de tubo
- 1 destornillador plano
- 1 destornillador de estrella



7.29.a. Unimos la tapa de accionamiento con el motor eléctrico.

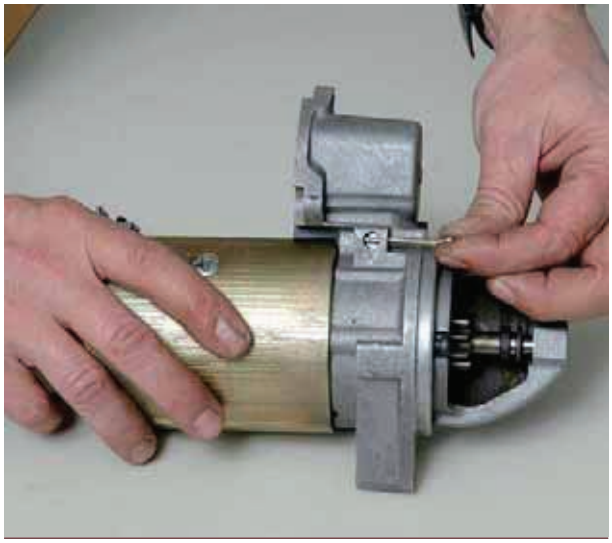


7.29.b. Soporte de goma.

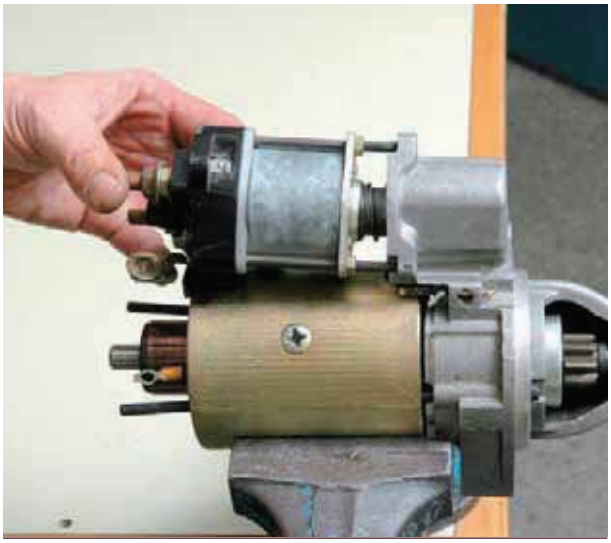
Seguidamente, pasamos a **unir el contactor con el motor eléctrico**.

Para ello, colocaremos la horquilla en su alojamiento y, a continuación, introduciremos el bulón, previamente lubricado con grasa, y lo aseguraremos con el pasador (Figura 7.30).

Después, introducimos el contactor (no sin antes haber lubricado el núcleo de hierro o maza desplazable con aceite), asegurándonos de que la horquilla quede acoplada en él. Hecho esto, ya podemos colocar las tuercas y arandelas de los espárragos para sujetar el contactor a la tapa del lado de accionamiento del motor de arranque (Figura 7.31).



7.30. Fijamos el bulón con el pasador.



7.31. Unimos el contactor con el motor eléctrico.

Podemos entonces pasar a fijar la tuerca del terminal de las inductoras en el borne de salida de corriente del contactor (Figura 7.32).

7.32. Conectamos el terminal de las inductoras al contactor.

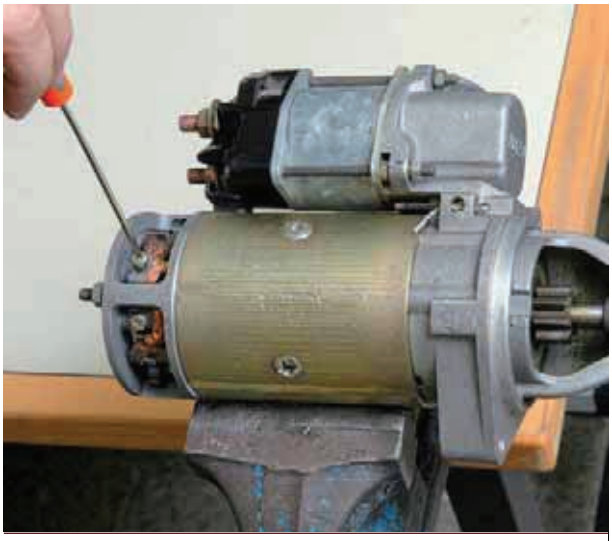
A continuación, colocaremos la tapa portaescobillas y sujetaremos el conjunto con los espárragos y sus tuercas.

Después, **montaremos las escobillas**:

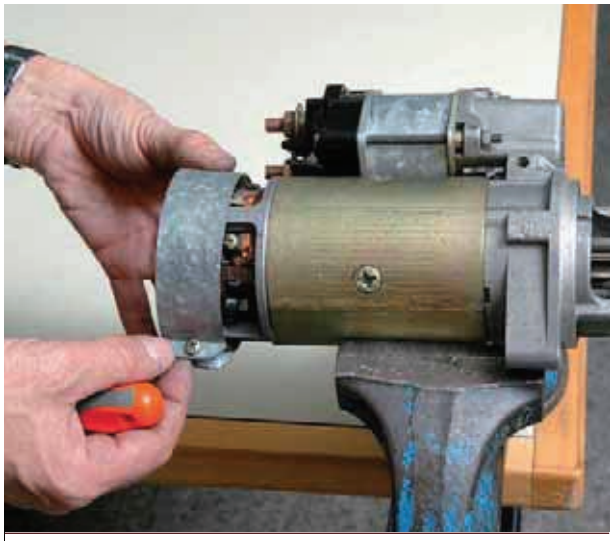
- En primer lugar, identificaremos la escobilla positiva. Para ello, verificaremos que el hilo conductor que está unido a ella esté aislado, al igual que su alojamiento (Figura 7.33).
  Una vez efectuada su identificación, levantaremos el muelle para poder introducir la escobilla positiva en su alojamiento. Seguidamente, montaremos el tornillo de fijación, en el que también deberemos conectar el terminal que nos llega de las bobinas inductoras (Figura 7.34).
- En segundo lugar, repetiremos las mismas operaciones con la escobilla negativa. En este caso, el tornillo de fijación tan solo llevará el terminal de la propia escobilla.

7.33. Escobillas positiva y negativa.

Finalizaremos **colocando la abrazadera y apretando su tornillo de fijación** (Figura 7.35).



7.34. Situamos la escobilla positiva en su alojamiento y la conectamos.



7.35. Colocamos la abrazadera.

Actividades propuestas

4·· Explica todos los detalles que te permiten identificar la escobilla positiva.

5·· ¿Cuáles son las observaciones que deberás realizar para identificar el portaescobillas negativo?

5 >> Comprobación del motor de arranque

Antes de colocar el motor de arranque sobre el vehículo, deberemos comprobar que la reparación y el posterior montaje se hayan realizado correctamente.

7.36. Banco de pruebas CV9LS-1.

Las comprobaciones realizadas en el **caso final** de la unidad didáctica 6 nos permiten afirmar que el contactor se desplaza correctamente y que el motor eléctrico gira perfectamente. No obstante, no nos aportan ninguna información sobre si tiene o no suficiente par (fuerza de giro) para arrastrar al motor térmico.

Para realizar una completa revisión del motor de arranque, nos hace falta un banco de pruebas eléctrico (Figura 7.36).

Antes de iniciar los ensayos sobre el banco de pruebas eléctrico, deberemos situar en él el motor de arranque. Para ello, seguiremos los siguientes pasos: elección y cambio de corona en el banco de pruebas, fijación del motor de arranque sobre el banco eléctrico y, finalmente, realización de las conexiones eléctricas entre el motor de arranque y el banco de pruebas.

5.1 > Elección y cambio de corona

El banco de pruebas debe hacer las funciones de resistencia al giro equivalentes a las que hace el motor térmico cuando el motor de arranque lo pone en funcionamiento. Para tal fin, lleva una corona sobre la que tenemos que engranar el piñón de nuestro motor de arranque.

En la unidad didáctica anterior, hemos comentado que el motor térmico tiene **una corona formada por unos 119 dientes** mientras que **el piñón tiene alrededor de 9 dientes**. De aquí es fácil suponer que el número de dientes, tanto de la corona como del piñón, pueden variar dependiendo del motor térmico del que estemos hablando.

No vamos entrar en estudios profundos sobre engranajes, pero sí señalaremos que un número de dientes u otro en un piñón o en una corona hacen que la forma de los mismos sea distinta.

Por todo lo anterior, deducimos que nuestro banco eléctrico deberá disponer de varias coronas donde engranar nuestro piñón y que deberemos montar una u otra en función de la forma de los dientes del piñón.

Las características que vienen marcadas en las distintas coronas son: **Z,** que corresponde al **número de dientes**, y **M**, que corresponde al **módulo** y que es una característica relacionada con la forma de los mismos.

Elección de la corona

Para seleccionar la corona correspondiente a nuestro piñón, deberemos tener presente que el módulo de ambos engranajes debe coincidir.

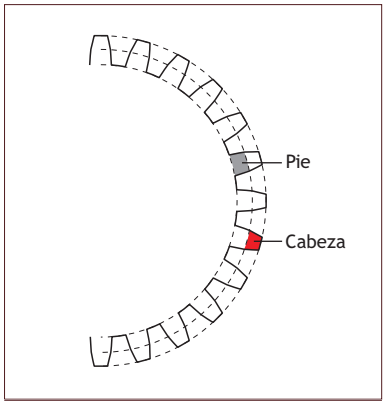
Ya hemos indicado que el módulo de la corona viene marcado en ella. En cuanto al módulo del piñón, debe facilitárnoslo el fabricante del motor de arranque pero, en caso de no disponer de esta información, podemos realizar un cálculo aproximado con la fórmula:

$$M = \frac{\text{Diámetro del piñón}}{\text{Número de dientes del piñón}}$$

Escogeremos la corona cuyo módulo tenga el valor inmediatamente inferior al obtenido en la división anterior.

Cambio de la corona

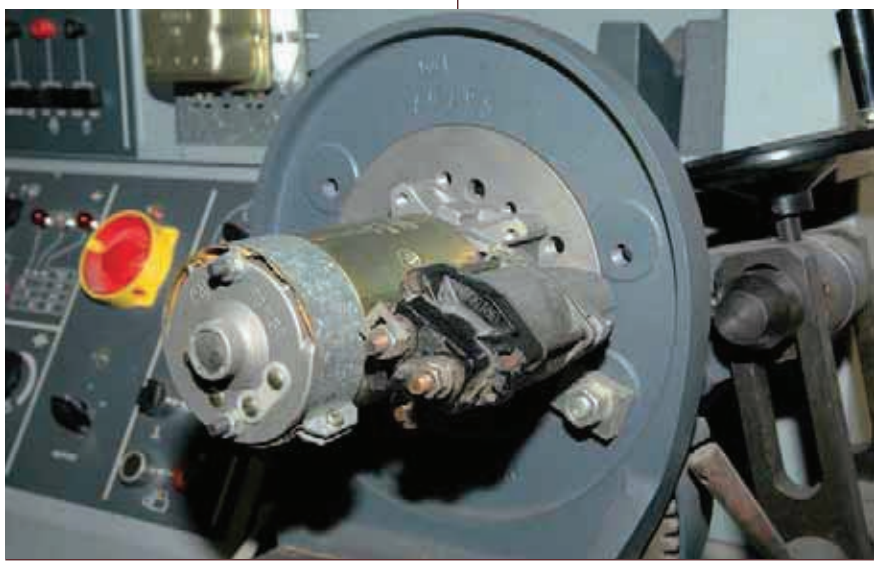
El cambio de la corona se realiza mediante dos tornillos de cabeza Allen situados en la parte delantera del tambor.



7.37.a. Diente de un engranaje.

5.2 > Fijación del motor de arranque

Existen distintas maneras de fijar el motor de arranque sobre el banco eléctrico. Podemos realizar la unión entre ambos colocando el motor sobre los soportes en V que habremos situado previamente sobre la plataforma y sujetándolo con las cadenas o bien en un disco donde se han practicado distintos orificios roscados que permiten fijar en ellos nuestro motor (Figura 7.37.b).



7.37.b. Sujeción mediante disco.

En ambos casos, se debe cumplir que:

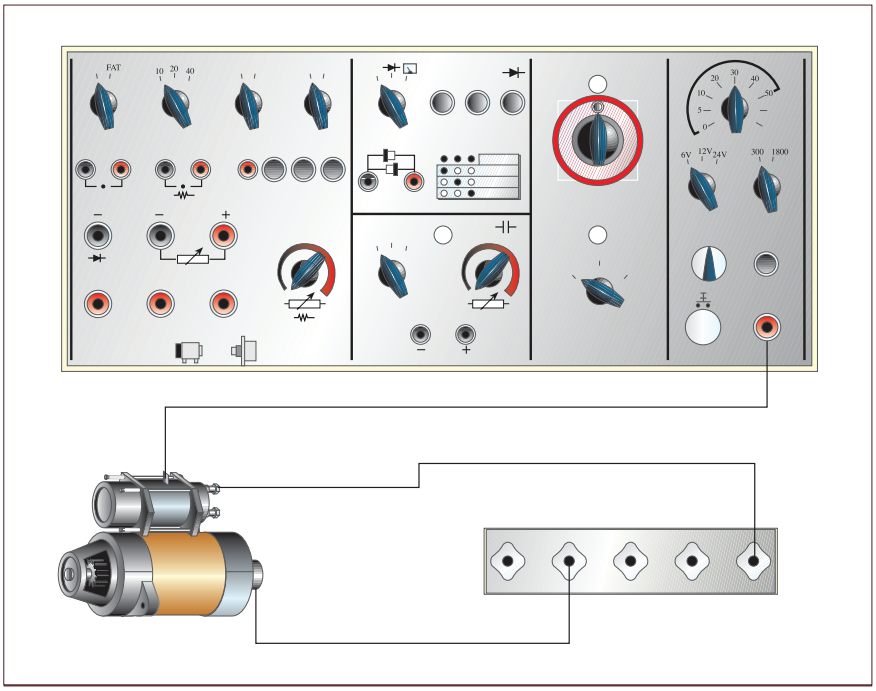
- La distancia entre la superficie del piñón y la de la corona debe oscilar entre 3 y 5 mm.
- La distancia entre el pie del diente de la corona y la cabeza del piñón debe oscilar entre 0,2 y 0,5 mm (Figura 7.37.a).

5.3 > Conexión del motor de arranque con desplazamiento por contactor y horquilla

La conexión que deberemos realizar será la que nos indica la figura 7.38.

5.4 > Pruebas del motor de arranque con desplazamiento por contactor y horquilla

Las pruebas que realizaremos en el banco de pruebas eléctrico serán: prueba del motor en vacío, medida del par de arranque y trazado de las curvas características.



7.38. Conexionado del motor de arranque sobre el banco eléctrico.

Prueba del motor en vacío

La prueba en vacío se realiza sin carga exterior, es decir, sin ninguna resistencia que frene su giro. Para ello, deberemos retirar la corona, evitando así que se realice el engrane al avanzar el piñón.

A continuación, pondremos en funcionamiento el banco eléctrico y efectuaremos la lectura del régimen de giro (rpm) y de la intensidad que lo alimenta. Ambos valores deberán estar comprendidos dentro de los valores que marca el fabricante.

Esta comprobación se debe realizar con rapidez, ya que, al girar el motor eléctrico en vacío, los conductores del rotor podrían salir despedidos por la fuerza centrífuga.

Medida del par de arranque

Para realizar esta comprobación, deberemos impedir el giro de la corona mediante el pedal de freno del banco eléctrico. En estas condiciones, conectaremos el motor de arranque.

Seguidamente, leeremos los valores de la intensidad y el par que nos indica el banco. El inducido del motor eléctrico no deberá girar al quedar bloqueado por el mecanismo de rueda libre.

Esta prueba deberá ser rapidísima —alrededor de 4 segundos— para evitar que el motor eléctrico se caliente excesivamente.

Trazado de las curvas características

Para entender mejor cómo se trazan las curvas características del motor de arranque, realizaremos la siguiente práctica:

Vocabulario

La fuerza centrífuga: cuando hacemos girar con el brazo un cubo de playa cargado de agua pueden pasar tres cosas dependiendo de la velocidad a la qué lo hagamos girar:

- Que el agua se nos caiga encima (velocidad insuficiente).
- Que el agua se mantenga en el cubo sin caerse.
- Que se le rompa el asa la cubo y el agua salga disparada (velocidad excesivamente alta).

Esto es debido a la fuerza centrífuga, que aparece siempre que un cuerpo está girando y es tanto mayor cuanto mayor sea la velocidad de giro y la cantidad de masa que esté girando.

Técnica

Obtención de las curvas características

•• El objetivo de esta práctica es profundizar en el manejo del banco de pruebas eléctrico y aprender a realizar las curvas características del motor de arranque.

Desarrollo •• Nos situaremos en el banco de pruebas y lo conectaremos en vacío.

Materiales

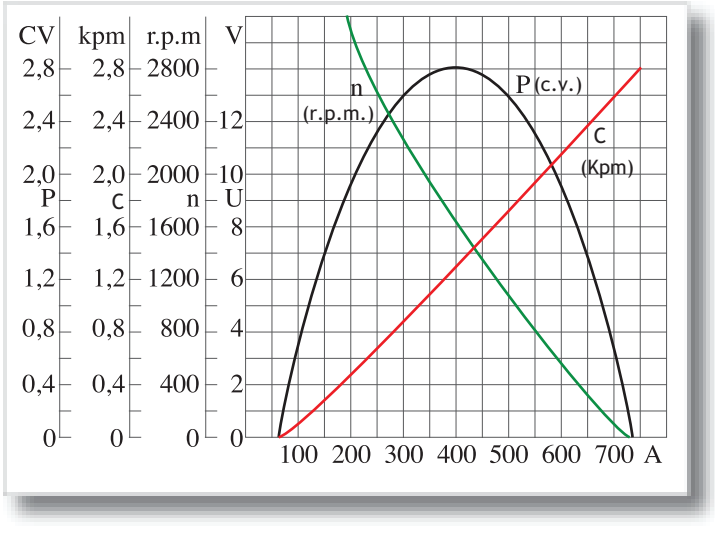
- 1 motor de arranque
- 1 banco de pruebas eléctrico

Intensidad	n	Par	Potencia = $\frac{rpm \cdot 2}{60 \cdot 75} \cdot Par$	Potencia
100 A	∞	0,1 Kpm		
200 A	3000 rpm	0,5 Kpm	$\frac{3000 \cdot 2}{60 \cdot 75} \cdot 0{,}5$	2,07 CV
300 A	2200 rpm	0,9 Kpm	$\frac{2200 \cdot 2}{60 \cdot 75} \cdot 0{,}9$	2,76 CV
400 A	1600 rpm	1,275 Kpm	$\frac{1600 \cdot 2}{60 \cdot 75} \cdot 1{,}275$	2,85 CV
500 A	1100 rpm	1,75 Kpm	$\frac{1100 \cdot 2}{60 \cdot 75} \cdot 1{,}75$	2,68 CV
600 A	600 rpm	2,2 Kpm	$\frac{600 \cdot 2}{60 \cdot 75} \cdot 2{,}2$	1,84 CV
700 A	200 rpm	2,6 Kpm	$\frac{200 \cdot 2}{60 \cdot 75} \cdot 2{,}6$	0,72 CV

Inmediatamente, presionaremos ligeramente el freno y, cuando la intensidad marque 100 A, realizaremos la lectura de las revoluciones y el par. Repetiremos las lecturas a los 200 A, 300 A, 400 A, 500 A, 600 A y 700 A. Iremos anotando en una tabla los valores que nos van saliendo. Para el cálculo de la potencia, deberemos realizar la siguiente operación:

$$Potencia = \frac{rpm \cdot 2}{60 \cdot 75} \cdot Par$$

A continuación, pasaremos los valores obtenidos a una gráfica y obtendremos las curvas características de los distintos motores de arranque, que siempre deberán coincidir con las que suministra el fabricante.



7.39. Curvas características del motor de arranque.

Práctica 12

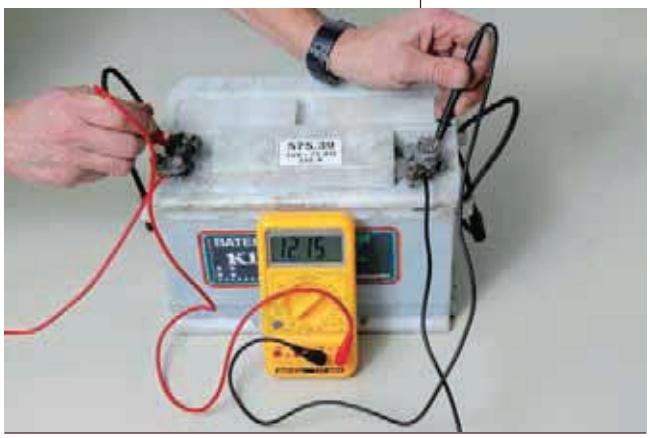
6 >> Comprobaciones sobre el vehículo

El orden de los apartados en que está estructurada esta unidad didáctica es el orden lógico de aprendizaje. No obstante, no se corresponde con el orden en que se realizan las comprobaciones en el taller.

Cuando recibimos un automóvil en un taller, empezamos las comprobaciones en el propio vehículo para determinar qué componente está averiado. Es cuando ya tenemos la seguridad de que el elemento averiado es el motor de arranque cuando pasamos a separarlo del automóvil, desmontarlo y comprobar qué parte del mismo es el elemento averiado y si es susceptible de ser reparado. Una vez reparado o sustituido por uno nuevo, lo comprobamos en el banco de pruebas eléctrico y procedemos a instalarlo nuevamente en el automóvil.

Cuando tenemos un vehículo en el que no se pone en marcha el motor térmico, haremos las siguientes comprobaciones.

6.1 > Comprobación de la carga de la batería



7.40. Comprobación del voltaje de la batería.

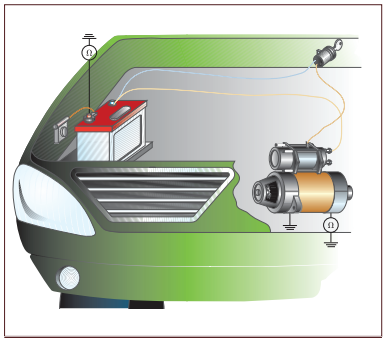
Para comprobar que la batería está cargada, conectaremos el polímetro de la siguiente forma (Figura 7.40):

– Colocaremos el selector del polímetro en posición de voltímetro.
– Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su conector y el positivo o rojo en la posición de voltímetro.
– Colocaremos la punta de pruebas positiva o roja en el borne positivo de la batería y la negativa o negra en el borne negativo de la batería.

En estas condiciones, el voltímetro nos debe dar una lectura superior a 12,7 V.

A continuación, conectaremos el motor de arranque y efectuaremos de nuevo la lectura de la tensión en bornes de la batería. Si la caída de tensión en la misma es excesivamente alta es indicativo de que debe ser sustituida.

En la unidad didáctica 12, estudiaremos con detalle todas las pruebas que deberemos realizar en ella.



7.41. Comprobación de la masa en la batería y el motor de arranque.

6.2 > Verificación de la masa del motor de arranque y la batería

Para verificar que el motor de arranque y la batería tiene masa, mediremos el voltaje entre, en el caso del motor de arranque, su carcasa y el chasis del automóvil, mientras que en el caso de la batería, mediremos el voltaje entre el borne negativo de la batería y masa.

Para realizar esta prueba:

– Colocaremos el selector del polímetro en posición de voltaje.
– Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su conector y el positivo o rojo en la posición de ohmímetro.

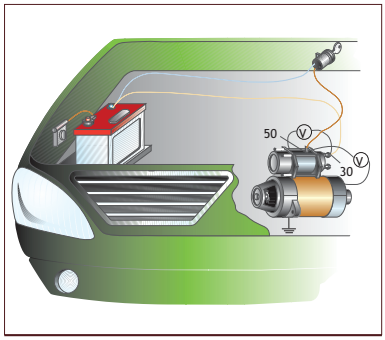
– En el motor de arranque, colocaremos una punta de pruebas en la carcasa del motor de arranque y la otra en un punto de masa del chasis o directamente en el borne negativo de la batería.
– En la batería, colocaremos una punta de pruebas en el borne negativo de la batería y la otra en un punto de masa del automóvil.

En los dos casos el voltímetro indicará una lectura cercana a O V.

6.3 > Comprobación de que el voltaje llega a los puntos 50 y 30 del contactor

Si las comprobaciones anteriores nos dan resultados satisfactorios, pasaremos a comprobar el voltaje que llega al contactor: a la bobina (50) y al contacto superior (30) (Figura 7.42). Para ello:

– Colocaremos el selector del polímetro en posición de voltímetro.
– Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su conector y el positivo o rojo en la posición de voltímetro.
– Para medir el voltaje del punto 50, colocaremos la punta de pruebas positiva o roja en el borne de entrada de corriente a las bobinas del contactor (50) y la punta de pruebas negativa o negra en la propia carcasa del motor de arranque.
– Para medir el voltaje que le llega al contacto 30 del contactor, colocaremos la punta de pruebas positiva o roja en la toma de corriente directa de batería (30) y la punta de pruebas negativa o negra en la propia carcasa del motor de arranque.



7.42. Verificación de la tensión en el contactor (50) y (30).

En ambos casos, el voltímetro nos debe dar una lectura superior a 10 V.

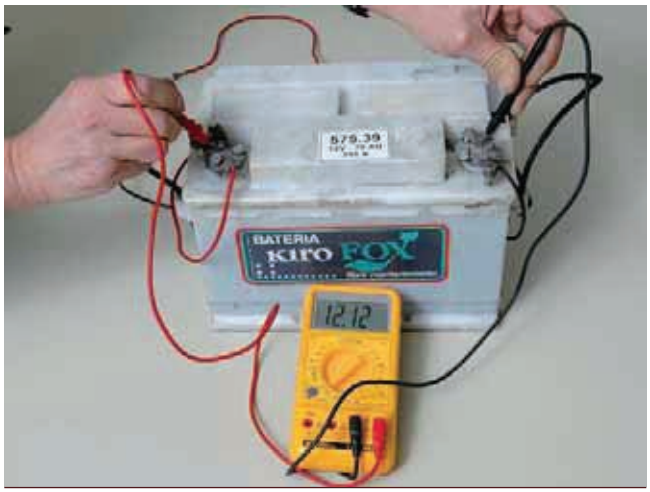
Si llegan 10 V al punto 30 pero menos de 8 V al punto 50, el problema está en las caídas de tensión de los terminales de unión de los cables o en el bombín de encendido.

Caída de tensión de los terminales de la batería

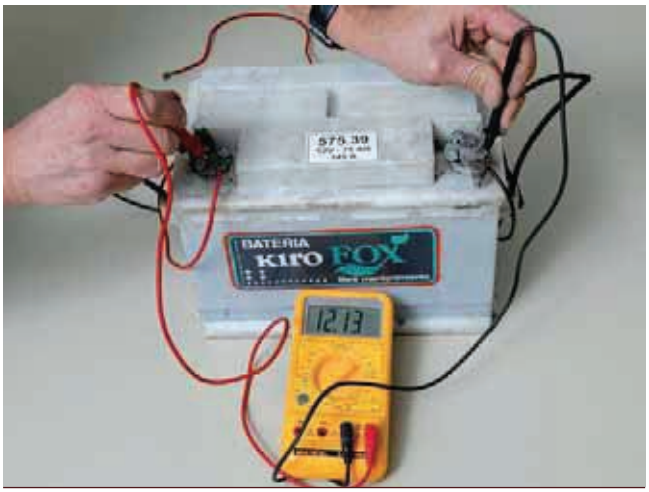
Empezaremos midiendo las caídas de tensión en los contactos de la batería. Para ello:

– Colocaremos el selector del polímetro en posición de voltímetro.
– Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su conector y el positivo o rojo en la posición de voltímetro.
– Para medir la caída de tensión en los terminales de la batería, colocaremos la punta de pruebas positiva o roja en el terminal del borne positivo y la punta de pruebas negativa o negra en el terminal del borne negativo (Figura 7.43).
– A continuación, volveremos a medir la tensión colocando la punta de pruebas positiva o roja directamente en el borne positivo y la punta de pruebas negativa o negra en el borne negativo (Figura 7.44).

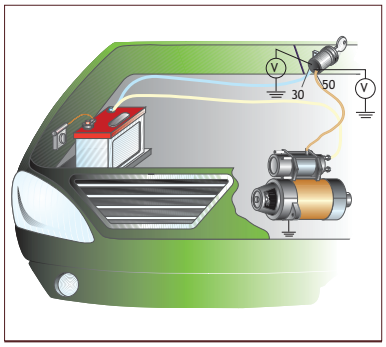
En ambos casos, la lectura del voltímetro debe ser la misma. En caso contrario, las conexiones son defectuosas.



7.43. Tensión entre los terminales de la batería.



7.44. Tensión entre los bornes de la batería.



7.45. Caída de tensión entre los bornes del bombín de encendido.

Caída de tensión en los terminales del propio motor de arranque

Seguiremos midiendo las caídas de tensión en los contactos 50 y 30 del motor de arranque. Para ello:

– Colocaremos el selector del polímetro en posición de voltímetro.
– Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su conector y el positivo o rojo en la posición de voltímetro.
– Para medir la caída de tensión de los puntos 50 y 30, colocaremos la punta de pruebas positiva o roja en el conector de entrada de corriente y la punta de pruebas negativa o negra en masa.
– Repetiremos la lectura del punto 50 colocando la punta de pruebas positiva directamente en el contacto de la bobina.
– Para finalizar, efectuaremos la lectura del punto 30 colocando la punta de pruebas positiva directamente en el tornillo 30 del contactor.

En estas condiciones, el voltímetro nos debe dar la misma lectura para las dos mediciones del punto 50 y para las dos mediciones del punto 30.

Caída de tensión en el bombín de encendido

Acabaremos midiendo la caída de tensión en el bombín de encendido (Figura 7.45). Para ello:

– Colocaremos el selector del polímetro en posición de voltímetro.
– Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su conector y el positivo o rojo en la posición de voltímetro.
– La punta de pruebas positiva la colocaremos en el contacto 30 del bombín y la punta de pruebas negativa en masa.
– A continuación, colocaremos la punta de pruebas positiva en el contacto 50 del bombín y la punta de pruebas negativa en masa.

La lectura que nos debe dar el voltímetro deberá ser idéntica en ambos casos.

7 >> Mantenimiento del motor de arranque

En la actualidad, no se realiza ningún mantenimiento del motor de arranque. No obstante, deberemos tener presentes las siguientes **precauciones:**

– Cuando abrimos el capó, vemos plásticos que recubren el motor térmico y bocas de llenado de los distintos líquidos (del aceite del propio motor, del aceite del líquido de frenos, del líquido del limpiacristales, del sistema de refrigeración). Tendremos que fijarnos con atención para identificar el motor de arranque, ya que queda a un nivel inferior.
– Convendrá tener cuidado de **no verter ningún tipo de líquido** que pueda llegar a las inmediaciones del motor de arranque, ya que este podría producir cortocircuitos.
– En el caso de tener que desmontar el motor de arranque, al montarlo engrasaremos todas sus partes móviles con grasa, a excepción del núcleo de hierro del contactor o maza desplazable. Este se engrasará con aceite ya que, si lo hiciéramos con grasa, al secarse agarrotaría el núcleo e impediría su desplazamiento.

7.46. Mantenimiento del vehículo.

Actividades propuestas

6·· ¿Cuáles son las razones por las cuales el banco de pruebas eléctrico lleva distintas coronas?

7·· ¿Qué pruebas podemos realizar en el banco eléctrico?

8·· Para la obtención de las curvas características, ¿sobre qué parte del banco de pruebas actuaremos?

9·· ¿Cuáles son las comprobaciones que realizaremos antes de desmontar del vehículo el motor de arranque?

10·· En caso de que la tensión que llega al punto 50 del motor de arranque no sea la necesaria, ¿qué comprobaciones realizaremos?

11·· ¿Qué precauciones debemos tener en cuenta cuando realizamos operaciones de mantenimiento en el vehículo?

Actividades finales

1·· El motor eléctrico del motor de arranque no gira. ¿Cuáles pueden ser las causas?

2·· El piñón del motor de arranque no se desplaza. ¿Cuáles pueden ser las causas?

3·· El piñón gira y se desplaza, pero no consigue arrastrar al motor térmico. ¿Cuáles pueden ser las causas?

4·· ¿Cómo comprobarías la continuidad del solenoide de activación del contactor? ¿Y del solenoide de retención? ¿Qué instrumento de medida utilizarías? ¿Cómo lo conectarías? ¿Entre qué puntos del circuito? ¿Qué resultado te debería dar?

5·· Explica cómo podrías comprobar la presión que ejerce el muelle sobre las escobillas. ¿Qué instrumento de medida utilizarías? ¿Cómo realizarías la medición?

6·· En cuanto a las escobillas:

a) ¿Qué escobilla deberá estar aislada?
b) ¿Con qué instrumento de medida comprobarías su aislamiento?
c) ¿Cómo realizarías la comprobación?
d) ¿Qué resultado te debería dar?

7·· ¿Cómo comprobarías si las bobinas inducidas presentan un cortocircuito?

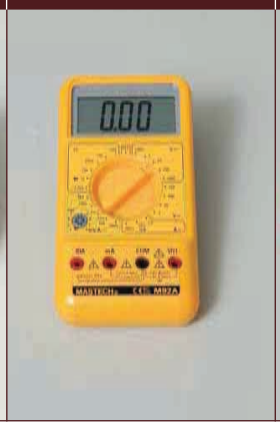
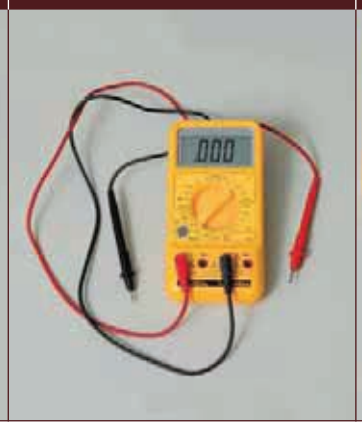
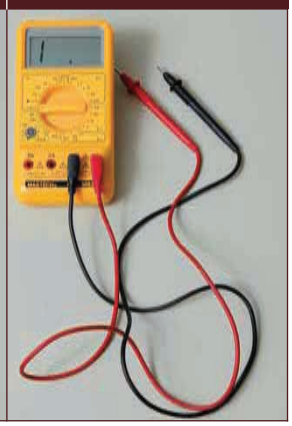
8·· Antes de desmontar del vehículo el motor de arranque:

a) ¿En qué elementos tenemos que tomar medidas?
b) ¿Cuáles son las medidas que deberemos tomar?
c) ¿Entre qué puntos?

9·· Explica el proceso que seguirías para efectuar el cambio de las escobillas.

10·· Fíjate con atención en las siguientes fotografías e indica en cada caso:

a) ¿Qué aparato de medida estamos utilizando?
b) ¿Qué comprobaciones podemos efectuar con él?

a	b	c	d
			

Caso final

Avería en el mecanismo de rueda libre

•• Nos encontramos ante un automóvil en el que, al intentar poner en marcha el motor térmico, oímos un ruido que nos indica que el motor de arranque sí que está girando pero no consigue hacer girar al volante de inercia del motor térmico y por tanto este no se pone en funcionamiento.

¿Qué tendremos que hacer para solucionar esta avería?

Solución •• Según hemos estudiado, si el piñón del motor de arranque se ha desplazado y el motor eléctrico está girando, podemos afirmar que la avería se encuentra en el mecanismo de rueda libre. Deberemos, pues, sustituir el conjunto piñón por uno nuevo.

Iniciaremos la reparación separando el motor de arranque del motor térmico. Una vez separado el motor de arranque del vehículo, lo desmontaremos siguiendo los pasos estudiados y, a continuación, apoyaremos el inducido sobre el tornillo de banco en posición vertical, recubriendo las mordazas del tornillo con mordazas de protección.

Seguidamente desmontaremos el seguro que constituye el tope del piñón en su desplazamiento. Para ello, con una maza y la ayuda de unos alicates, golpearemos hacia abajo el collarín, liberando el seguro interior y —aquí viene la parte más difícil del desmontaje— quitaremos el seguro interior con fuerza y con mucho cuidado de no hacernos daño (Figura 7.47).

7.47. Desmontaje del seguro del desplazamiento del conjunto piñón.

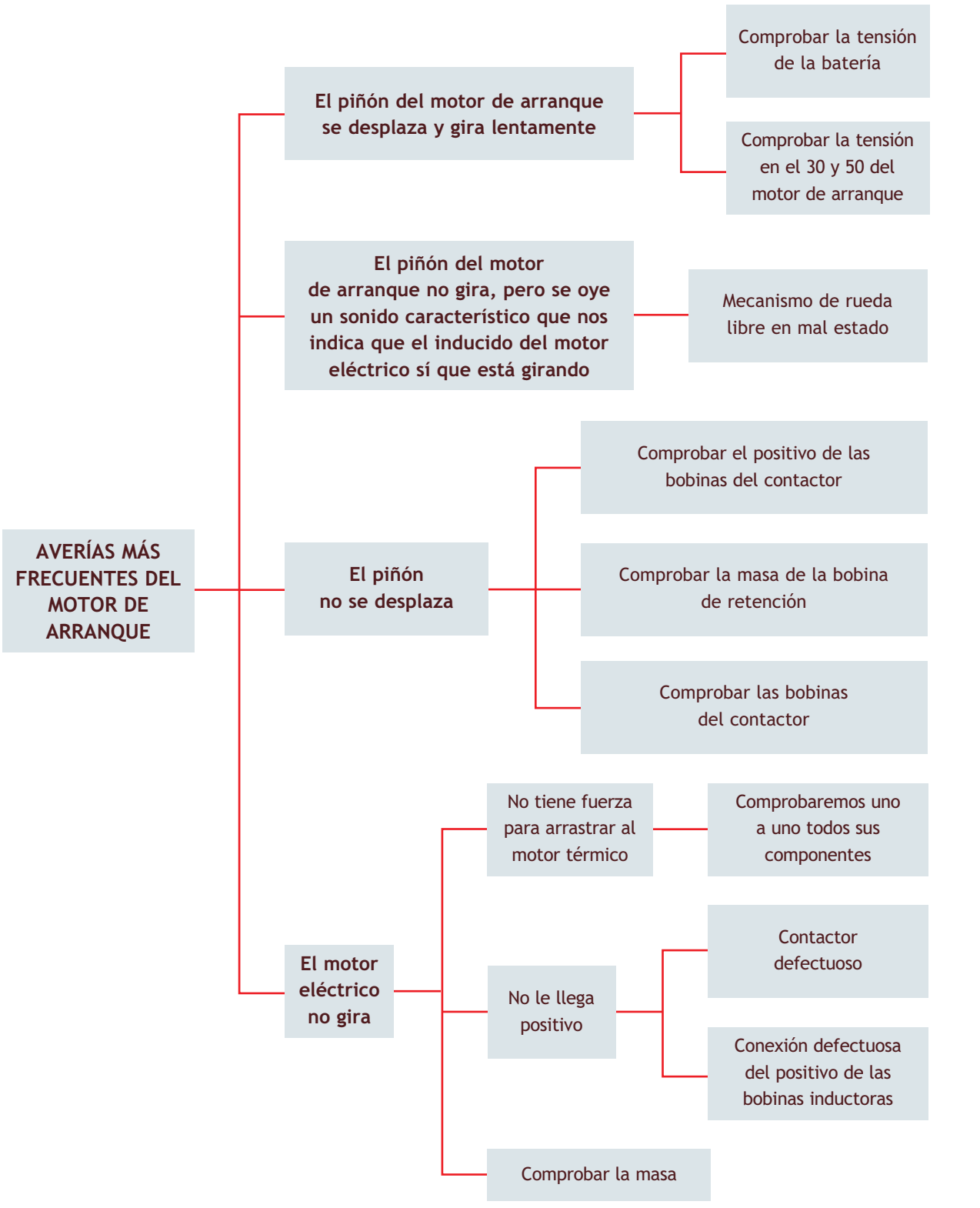
Tras quitar el seguro interior y el conjunto piñón, estaremos en disposición de colocar el nuevo conjunto piñón. Procederemos por tanto a su montaje, no sin antes efectuar la lubricación del eje con grasa. Introduciremos el conjunto piñón en el eje, colocaremos a continuación el collarín y acabaremos introduciendo el seguro interior, para proceder a continuación a efectuar el cierre del seguro. Para ello, colocaremos el seguro en el tornillo de banco y lo apretaremos con las propias mordazas, golpeándo con un martillo sobre sus extremos para cerrarlo (en su desmontaje lo hemos tenido que abrir y se ha deformado) (Figura 7.48).

7.48. Cerramos el seguro interior.

A continuación, con la ayuda de un extractor, desplazaremos el collarín sobre el seguro para cerrar el conjunto (Figura 7.49). Finalizaremos efectuando el montaje del motor de arranque y lo comprobaremos en el banco de pruebas eléctrico antes de montarlo sobre el motor térmico.

7.49. Desplazamos el collarín.

Ideas clave


AVERÍAS MÁS FRECUENTES DEL MOTOR DE ARRANQUE
El piñón del motor de arranque se desplaza y gira lentamente
Comprobar la tensión de la batería
Comprobar la tensión en el 30 y 50 del motor de arranque
El piñón del motor de arranque no gira, pero se oye un sonido característico que nos indica que el inducido del motor eléctrico sí que está girando
Mecanismo de rueda libre en mal estado
El piñón no se desplaza
Comprobar el positivo de las bobinas del contactor
Comprobar la masa de la bobina de retención
Comprobar las bobinas del contactor
El motor eléctrico no gira
No tiene fuerza para arrastrar al motor térmico
Comprobaremos uno a uno todos sus componentes
No le llega positivo
Contactor defectuoso
Conexión defectuosa del positivo de las bobinas inductoras
Comprobar la masa

VICENTE HUGO BENDIX

(1882-1945)

Vincent Bendix fue inventor y pionero en las industrias de automoción y aviación. Su aptitud innata para los negocios y la ética de trabajo le permitió forjar una empresa que se convertiría en una de las más importantes del mundo.

En 1901 fue contratado por Glenn Curtis (más tarde, un famoso constructor de aviones) y durante este período amplió sus conocimientos acerca de los motores de combustión interna y propulsión de vehículos.

Entre 1907 y 1909, Vincent Bendix diseñó el Bendix Motor Buggy y creó su propia compañía de automóviles. Vendió siete mil coches, pero aún así la empresa entró en quiebra y tuvo que cerrar.

En 1910, Vincent Bendix inventó y patentó un sistema de arranque eléctrico, llamado ***Bendix drive,*** una mejora muy significativa del arranque a mano con la llamada palanca *crank* (arrancador de la época). El primer automóvil en utilizar este tipo de arranque Bendix fue el Chevrolet Baby Grand en el año 1914.

El Bendix de arranque se convirtió en un estándar en todos los automóviles producidos en los Estados Unidos.

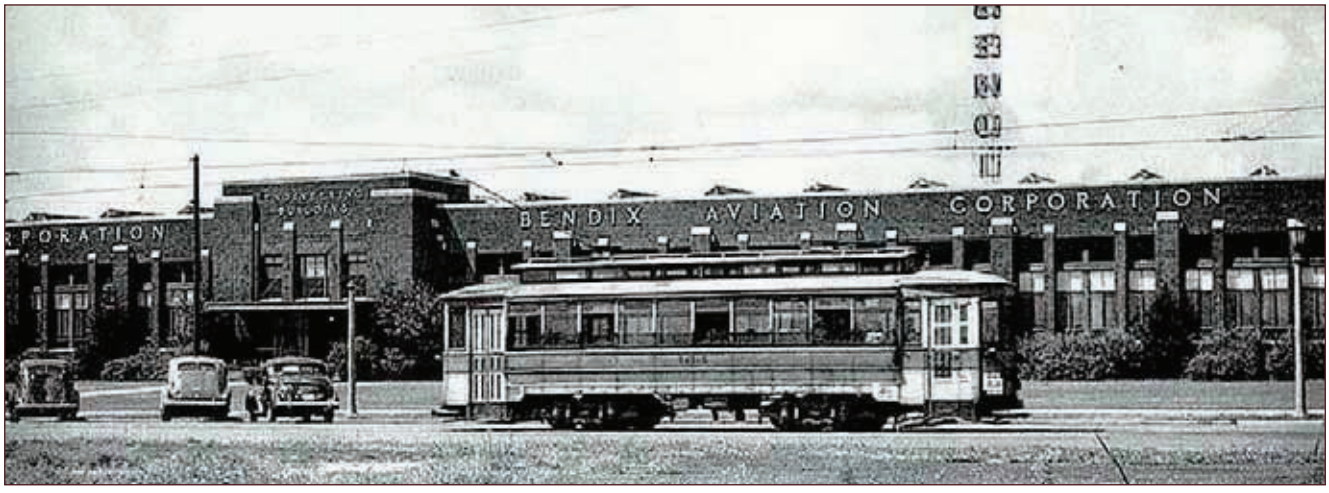
Este sistema constaba de un engranaje que podía acoplarse al motor cuando se producía el arranque de este y luego retirarse automáticamente cuando el motor ya estaba en marcha. La practicidad de este sistema hizo que este tipo de arrancador eléctrico se utilizara para motores de automóvil y, más tarde, para motores de avión y otros vehículos motorizados a principios del siglo XX. El sistema Bendix todavía se emplea en vehículos de pequeña cilindrada.

Su siguiente gran avance fue el desarrollo de un sistema de frenado para automóviles más eficiente. A partir de este momento, se da el inicio oficial de la Bendix Corporation en 1924.

En 1929, Vincent Bendix se metió en el mundo de la aviación, donde desarrollaría el carburador de presión para motores de avión. Hacia 1938, este tipo de carburador estaba instalado en casi todos los aviones americanos.

En 1942, fundó su última empresa, Bendix Helicopters, Inc., para fabricar en serie helicópteros con capacidad para cuatro pasajeros.

Vincent Bendix produjo numerosas y valiosas invenciones. Como resultado de ello, se convirtió en un hombre muy rico, pero sus extravagantes gustos e ideas, finalmente lo llevaron a la quiebra.



unidad 8

La dinamo

SUMARIO

- Ciclo otto de cuatro tiempos
- Ciclo teórico de funcionamiento
- Función de la dinamo en el automóvil
- Descripción y funcionamiento de sus componentes
- Estudio del regulador
- Pruebas y comprobaciones

OBJETIVOS

- Conocer la función y el funcionamiento de la dinamo en los automóviles.
- Identificar cada uno de sus elementos.
- Realizar el desmontaje y montaje correcto de la dinamo.
- Comprender la necesidad del regulador.
- Detectar averías y realizar su reparación.

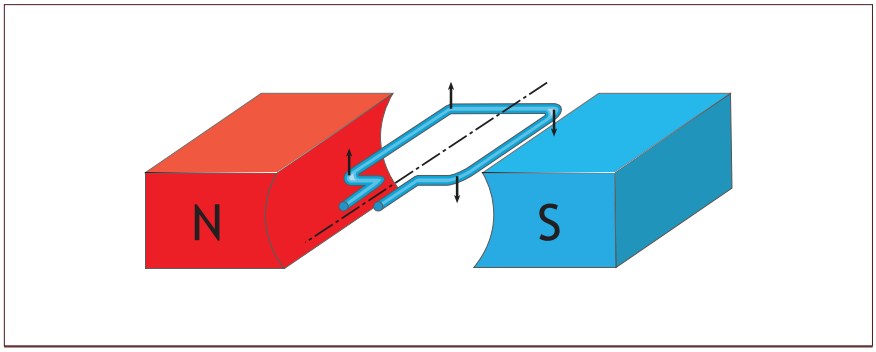
1 >> La función de la dinamo en el automóvil

La dinamo es una máquina eléctrica cuya misión es generar electricidad.

Al principio, la dinamo fue el elemento encargado de crear la electricidad necesaria en el automóvil para subministrarla a los distintos servicios y para cargar la batería.

Según vimos en la unidad didáctica 4, para generar electricidad necesitamos (Figura 8.1):

– Un campo magnético.
– Un conductor que esté bajo la influencia de un campo magnético.
– Un giro.



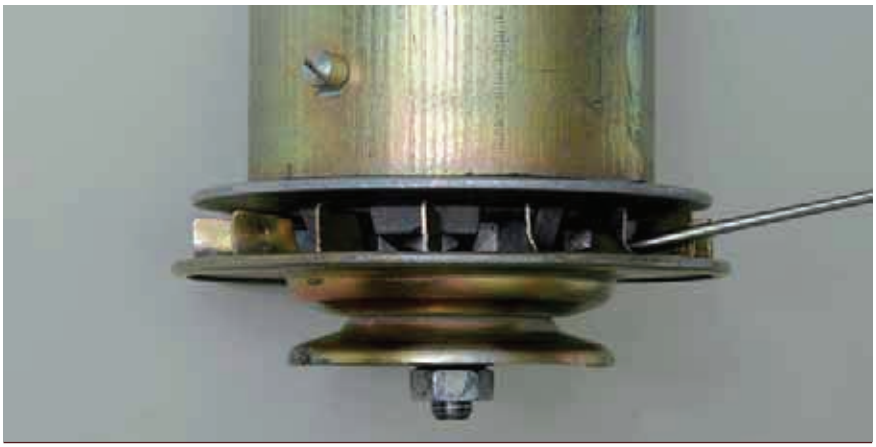
8.1. Elementos básicos para crear electricidad.

Al girar la espira en el interior del campo magnético, corta sus líneas de fuerza y se genera electricidad en el conductor.

La dinamo, (Figura 8.2) recibe el giro del mismo motor térmico del vehículo a través de una correa que, en conjunto con la polea que lleva sobre su eje, hace girar el eje de la dinamo donde se encuentran las espiras.

8.2. Dinamo.

Observando exteriormente la dinamo de la figura anterior, vemos que sobre su eje se encuentra también un ventilador (Figura 8.3). Este ventilador es el encargado de refrigerar el interior de la dinamo del calor que se genera por efecto joule. Cuando la dinamo está suministrando electricidad, pasa por su interior una intensidad tanto más alta cuanto mayor sea la intensidad suministrada. Por el efecto joule ($Q = 0{,}24 \times R \times I^2 \times t$ calorías), siempre que pasa intensidad a través de un hilo conductor se genera calor en él.



8.3. Ventilador de dinamo.

Según acabamos de ver, la dinamo recibe el giro directamente del cigüeñal, de donde podemos deducir fácilmente que, si el motor térmico está parado, no se genera electricidad en la dinamo.

Esta es la razón por la que al poner el contacto se enciende una luz roja con un símbolo de una batería en el tablero de instrumentos del automóvil. Esta luz nos indica que la batería no se está cargando. Una vez puesto en funcionamiento el motor térmico del vehículo y superadas las revoluciones de ralentí (900 rpm), la luz se debe apagar, ya que recibe el giro necesario para generar electricidad.

Cuando circulamos por carretera y se ilumina el testigo rojo de batería deberemos parar automáticamente, ya que en estos vehículos la correa que acciona la dinamo también acciona la bomba de agua del sistema de refrigeración. Por tanto, deberemos verificar si la correa se ha roto o patina, ya que ello acarrearía problemas en la refrigeración.

Actividades propuestas

1·· La dinamo es un generador de electricidad. ¿Qué elementos tiene en su interior?

2·· ¿A través de qué mecanismos recibe el giro la dinamo?

3·· Al poner la llave de contacto en la posición de encendido, se nos ilumina en el cuadro de instrumentos un testigo rojo con un símbolo de una batería. ¿Qué nos está indicando? El testigo tiene el color rojo que indica peligro, ¿podemos poner el motor térmico en funcionamiento o deberemos revisar la batería?

4·· ¿Cómo deberemos reaccionar si, circulando por carretera, se nos ilumina el testigo rojo de la batería?

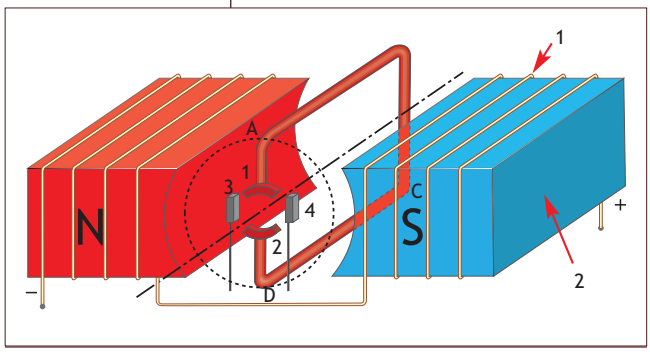
2 >> Descripción de los componentes de la dinamo

En la dinamo nos encontraremos con los siguientes componentes: bobinas inductoras, bobinas inducidas, colector y escobillas, carcasa, tapa del lado de accionamiento y tapa portaescobillas.

A continuación, vamos a estudiar con detalle cada uno de estos componentes.

2.1 > Bobinas inductoras

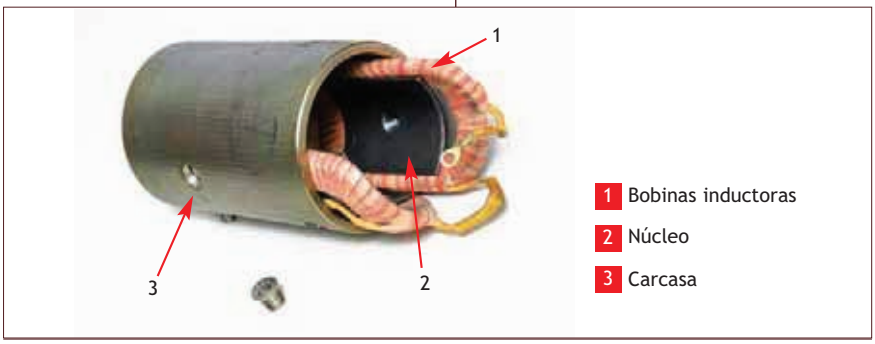
En la dinamo de los automóviles, el campo magnético necesario para generar electricidad lo proporciona un tipo de electroimán denominado bobina inductora.



8.4. Esquema eléctrico de las bobinas inductoras.

A estas bobinas también se les denomina **estator**, ya que es la parte de la máquina que está quieta (estator de estático, quieto). La forma de dichas bobinas aparece representada en la Figura 8.4.

Estas bobinas están enrolladas alrededor de núcleos de material ferromagnético para reforzar su campo magnético. A través de estos se fijan a las paredes de la carcasa formando dos polos (Figura 8.5).



8.5. Bobinas inductoras, expansiones polares y carcasa donde van situadas.

El hilo conductor está enrollado en distintos sentidos según se trate del polo norte o del polo sur.

El extremo positivo de las bobinas inductoras, llamado también excitación, va aislado de la carcasa mediante plástico mientras que el negativo va remachado en la propia carcasa, la cual ejerce de masa.

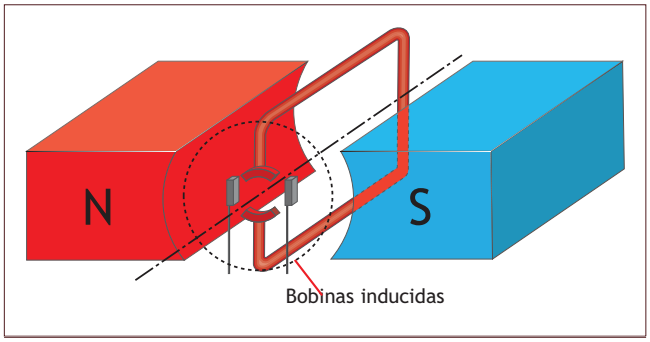
2.2 > Bobinas inducidas

Las bobinas inducidas son el conjunto de espiras que se encuentran en el interior del campo magnético en las que se genera la electricidad.

El polo norte y el polo sur

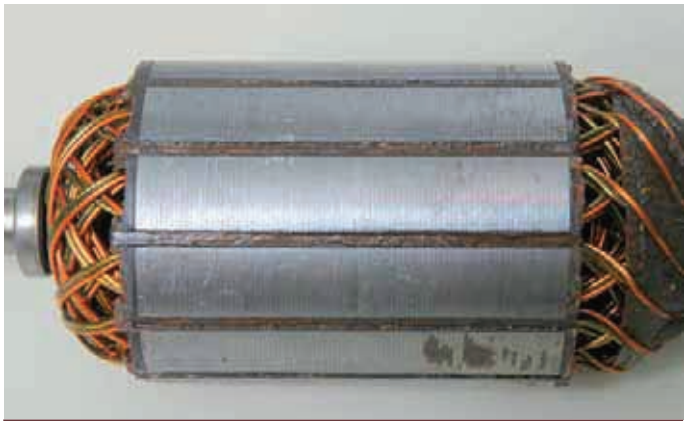
Cuando la intensidad recorre las espiras en el sentido de las agujas del reloj, el polo magnético creado es el sur, mientras que si lo hace en sentido contrario al de las agujas del reloj, el polo creado es el norte.

Podemos apreciar este efecto en la Figura 8.4.



8.6. Bobinas inducidas. Esquema eléctrico.

8.7. Bobinas inducidas tal y como son en la dinamo.



8.8. Núcleo ferromagnético de las bobinas inducidas.

A este elemento de la dinamo también se le llama **rotor,** ya que es la parte de la máquina que gira (rotor de rotar, girar).

Las bobinas inducidas (Figuras 8.6 y 8.7) están enrolladas sobre un núcleo ferromagnético (Figura 8.8). Este núcleo está constituido por finas láminas separadas por material aislante. De esta manera, conseguimos disminuir las corrientes de Foucault.

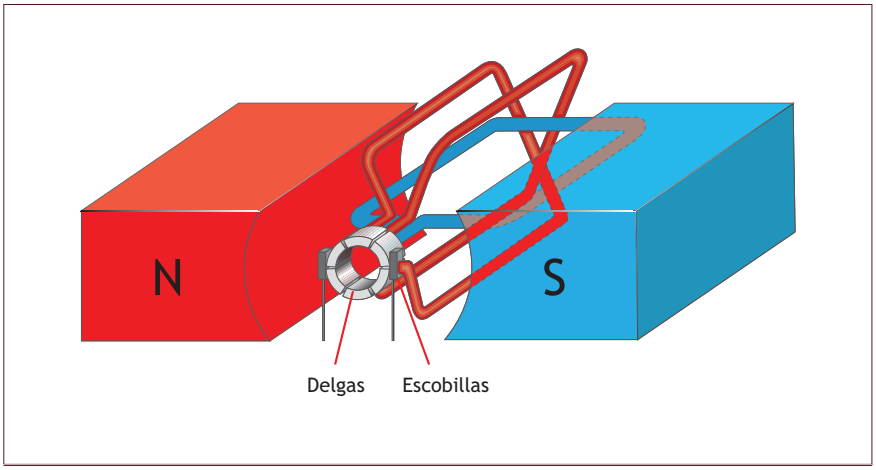
2.3 > Colector y escobillas

Hemos estudiado que las bobinas inducidas constituyen el elemento de la dinamo en el que se crea la electricidad. También hemos visto que, para poder generarla, las bobinas inducidas necesitan estar girando.

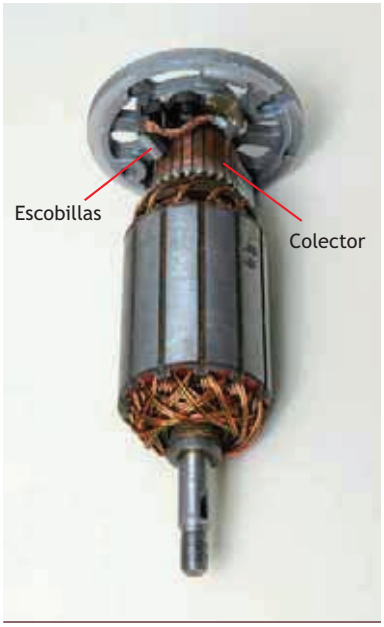
El problema que se nos plantea es cómo conseguir sacar la electricidad al exterior de la dinamo. Si dejáramos simplemente un cable conectado a la espira y al conector de salida de corriente, este se enrollaría hasta que dejara de girar o simplemente se rompiese.

Para solucionar esta dificultad colocamos en cada extremo de la espira un contacto de cobre llamado **delga,** que gira con la espira.

En contacto con el hilo conductor se sitúa una escobilla (Figura 8.9), lugar por el cual sale al exterior la corriente generada para poder ser utilizada.



8.9. Esquema eléctrico de delgas y escobillas.



8.10. Colector y escobillas de una dinamo.

Las delgas de cada espira se colocan alternadas con las de las otras espiras siguiendo una forma cilíndrica.

El colector es el cilindro formado por el conjunto de delgas. Las escobillas están hechas de carbono, que es un material conductor, y están en permanente contacto con el colector gracias a la presión que ejerce un muelle. Hay dos escobillas, la positiva y la negativa o masa (Figura 8.10).

2.4 > Carcasa

La carcasa es el cuerpo central de la dinamo sobre el que se disponen el resto de los componentes (Figura 8.11). Está fabricada en acero con bajo contenido en carbono. En ella van atornilladas las bobinas inductoras a través de las masas o expansiones polares, algunas carcasas disponen de bridas de sujeción al motor térmico. En sus extremos, van fijadas las tapas del lado de accionamiento y del lado del colector.

El acero

El acero está constituido por hierro y carbono, siendo el porcentaje de carbono como máximo de un 2 %.

2.5 > Tapa del lado de accionamiento

La tapa del lado de accionamiento (Figura 8.12) está fabricada en fundición de aluminio y en ella se encuentra un cojinete de bolas sobre el que se apoya el eje del inducido.

2.6 > Tapa portaescobillas

La tapa portaescobillas (Figura 8.13) también está fabricada en fundición de aluminio y en ella se encuentran el portaescobillas, con las escobillas y los muelles de presión, así como el casquillo de bronce sobre el que se apoyará el inducido.

8.11. Carcasa.

8.12. Tapa del lado de accionamiento.

8.13. Tapa portaescobillas.

Actividades propuestas

5·· En la dinamo, las bobinas inductoras corresponden al:

a) Rotor.
b) Estator.

6·· ¿Cuál es la razón por la que las bobinas inducidas están enrolladas sobre unas finas láminas de hierro en lugar de hacerlo sobre un núcleo de hierro constituido por una sola pieza?

7·· ¿Cuál es la función de las escobillas en la dinamo?

8·· En la Figura 8.12 se puede observar una fotografía de la tapa del lado de accionamiento, y en la Figura 8.13 de la tapa portaescobillas. ¿Podrías decir cuál es el motivo por el que tienen diversos orificios?

3 >> Desmontaje de una dinamo

A continuación, vamos a presentar una serie de fotografías en las que se explica cómo realizar el desmontaje de una dinamo.

Técnica

Desmontaje de la dinamo

•• El objetivo de esta técnica es doble: por un lado, visualizar y entender los pasos que se deben seguir para desmontar una dinamo y, por otro, identificar cada uno de sus elementos comparándolos con las descripciones dadas a lo largo de la unidad didáctica 4.

Desarrollo •• En primer lugar, situaremos la dinamo sobre el tornillo de banco según nos muestra la Figura 8.14.

Materiales

- 1 dinamo
- 1 juego de llaves fijas
- 1 juego de llaves de tubo
- 1 destornillador plano
- 1 destornillador de estrella
- 1 extractor

8.14. Dinamo sujetada en el tornillo de banco.

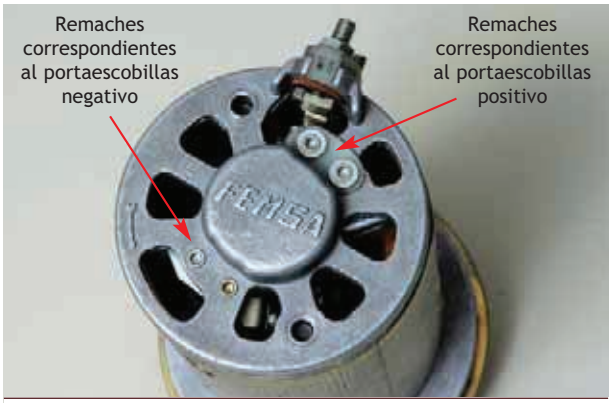
Seguidamente, sacaremos los espárragos que mantienen unido el conjunto de la dinamo (Figura 8.15). Extraeremos las tuercas y arandelas de los espárragos que sujetan el conjunto de la dinamo.

8.15. Desmontamos los espárragos.

A continuación, desmontaremos el terminal positivo de la tapa del lado del colector para poder retirarla (Figura 8.16).

8.16. Desmontamos el terminal positivo.

Ya estamos en disposición de poder retirar la tapa portaescobillas y desmontar las escobillas, no sin antes fijarnos en cuál de ellas es la escobilla positiva y cuál la negativa.



8.17. Portaescobillas positivo y negativo.

En la Figura 8.17 podemos apreciar el plástico que aísla al portaescobillas positivo de la tapa para evitar que haga masa a través de ella, mientras que los remaches del portaescobillas negativo o masa están situados directamente sobre la tapa y sin aislante.

También podemos apreciar cómo la escobilla positiva tiene el conductor aislado con plástico mientras que la escobilla negativa no tiene este aislante.

Una vez que hemos identificado cada una de las escobillas, estamos en disposición de retirarlas. Quitaremos el tornillo de fijación y levantaremos el muelle que las presiona apoyándolo en el lateral de la propia escobilla (Figura 8.18).

8.18. Aflojamos el tornillo y levantamos el muelle.

Seguidamente, desmontaremos la polea, el ventilador y la tapa del lado de accionamiento. Empezaremos aflojando el tornillo de fijación situado sobre el propio eje del inducido.

8.19. Aflojamos el tornillo de fijación al eje.

8.20. Retiramos la tapa del lado de accionamiento.

Para aflojar el tornillo, frenamos la dinamo sirviéndonos de su propia correa (Figura 8.19) y, con una pistola eléctrica o neumática o con una llave plana, realizamos la fuerza necesaria.

Una vez retirada la tuerca, pasamos a separar las partes poniendo mucha atención en no extraviar la chaveta situada sobre el eje de la dinamo.

A continuación, retiraremos la tapa del lado de accionamiento según podemos apreciar en la Figura 8.20.

Finalmente, se retira del interior de la carcasa el conjunto inducido (Figura 8.21).

8.21. Retiramos el conjunto inducido.

Para finalizar el desmontaje completo de la dinamo, es necesario separar las bobinas inductoras de la carcasa. Para ello colocaremos la carcasa sobre el tornillo de banco y, con un destornillador de golpe y un martillo, procederemos a aflojar los tornillos que fijan las masas polares con sus bobinas al interior de la carcasa (Figura 8.22).

8.22. Desmontaje de las masas polares de la carcasa.

A continuación, separaremos el borne positivo de las bobinas inductoras de la carcasa (Figura 8.23). Una vez desmontado el borne positivo, solo nos falta quitar el remache que fija el borne negativo a la carcasa y ya tenemos totalmente desmontadas las bobinas inductoras (Figura 8.24).

8.23. Desmontaje del borne positivo.

8.24. Conjunto inductor.

Actividades propuestas

9·· Realiza uno por uno los dibujos de cada una de las partes que componen la dinamo que acabamos de desmontar.

10·· Indica, en cada uno de los dibujos realizados en la actividad anterior, a qué elemento corresponde de los estudiados.

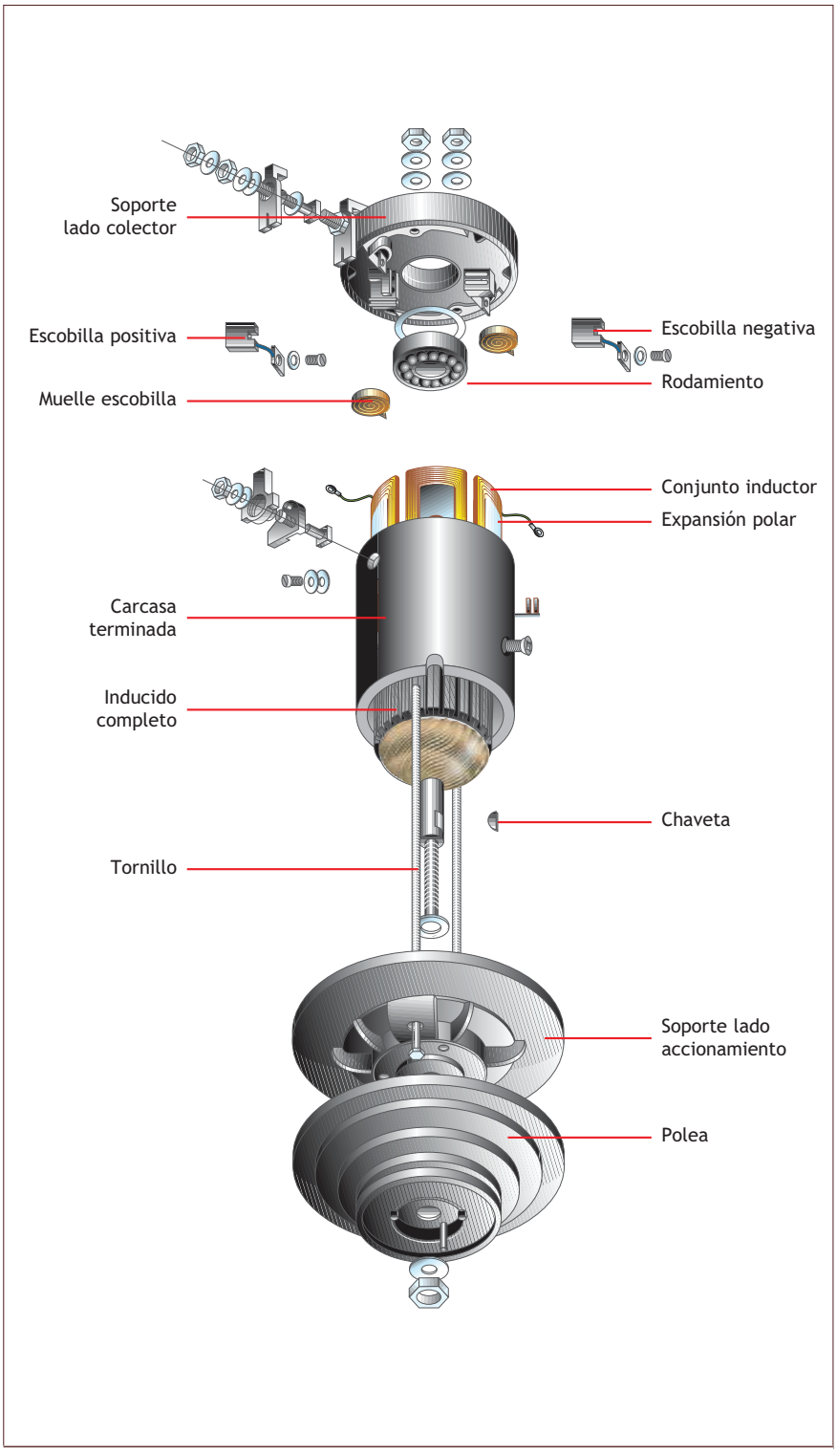
11·· Siguiendo con las actividades anteriores, explica brevemente cuál es su función dentro del conjunto.

12·· Indica, siguiendo el orden de desmontaje, los conectores que te has encontrado al desmontar el tornillo que sujeta el terminal de:

a) La escobilla positiva.
b) La escobilla negativa.

4 >> Despiece de una dinamo

A continuación (Figura 8.25), están representadas todas las piezas que constituyen la dinamo según la posición relativa que ocupan en la misma.



8.25. Despiece de una dinamo.

5 >> Comprobación de los elementos de la dinamo

Una vez desmontada la dinamo observaremos sus componentes y realizaremos las comprobaciones necesarias para asegurar su correcto funcionamiento.

Para ello, actuaremos según hemos explicado en la unidad didáctica 7, correspondiente a las comprobaciones del motor de arranque.

5.1 > Pruebas a realizar en las bobinas inductoras

En las **bobinas inductoras** comprobaremos:

– La continuidad, es decir, que las bobinas inductoras no están cortadas.
– Que no exista cortocircuito.
– Que el espacio existente entre las masas polares sea el indicado por el fabricante.

Ver en la unidad 7 las comprobaciones sobre las bobinas inductoras.

5.2 > Pruebas a realizar en las bobinas inducidas

En las **bobinas inducidas** deberemos comprobar el **colector** y las **bobinas propiamente dichas**.

En cuanto al **colector, debemos comprobar:**

– Si tiene un desgaste excesivo.
– Si existe excentricidad.
– Si tiene algún conductor suelto.

Ver en la Unidad 7 las comprobaciones sobre el colector.

En cuanto a **las bobinas inducidas, deberemos comprobar:**

– Su aislamiento a masa.
– Su continuidad.
– Que no exista cortocircuito.

Ver en la unidad 7 las comprobaciones sobre las bobinas inducidas.

5.3 > Pruebas a realizar en la tapa portaescobillas

Las **comprobaciones de la tapa portaescobillas** consisten en comprobar las escobillas para verificar que:

– La escobilla desliza suavemente en el portaescobillas.
– La longitud de las escobillas es la mínima que nos indica el fabricante, generalmente superior a 11 mm.
– La presión del muelle sobre la escobilla es la indicada por el fabricante: entre 4,5 N y 7,5 N.
– Comprobaremos que la escobilla positiva está aislada de masa.
– En cuanto a la escobilla negativa, comprobaremos que tiene continuidad con masa.

Ver en la unidad 7 las comprobaciones sobre las escobillas.

6 >> Montaje de la dinamo

Una vez que hemos comprobado uno a uno todos los elementos que componen la dinamo, pasaremos a efectuar su montaje.

Técnica

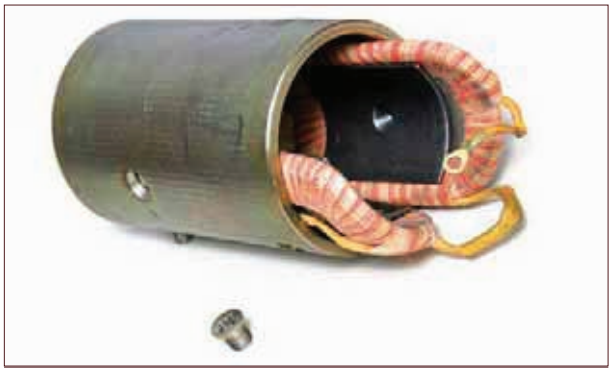
Montaje de la dinamo

•• El objetivo de esta técnica es aprender a efectuar el montaje de todos los elementos de la dinamo con orden, pulcritud y destreza y siguiendo las normas de seguridad establecidas.

Materiales

- 1 dinamo
- 1 juego de llaves fijas
- 1 juego de llaves de tubo
- 1 destornillador plano
- 1 destornillador de estrella

Desarrollo •• La primera operación que deberemos realizar será la de introducir las bobinas inductoras con sus expansiones polares en el interior de la carcasa y sujetarlas con los correspondientes tornillos. Durante este procedimiento, deberemos asegurarnos de que la distancia entre las bobinas es la que nos facilita el fabricante ya que, en caso de ser menor, frenaría el giro del inducido y lo desgastaría (Figura 8.26.a y 8.26.b).



8.26.a. Introducimos las bobinas inductoras.

8.26.b. Sujetamos las bobinas inductoras.

A continuación, fijaremos el extremo negativo de las bobinas inductoras, generalmente mediante un remache, a la carcasa. El extremo positivo se fijará a su correspondiente alojamiento, sin olvidarnos de colocar el plástico que lo aisla de la carcasa.

8.27. Introducimos los espárragos de sujeción de la dinamo.

Con las bobinas inductoras ya montadas sobre la carcasa, pasaremos a introducir en su interior el conjunto inducido para posteriormente colocar en un extremo la tapa portaescobillas y en el otro la tapa del lado de accionamiento.

Para facilitarnos la colocación de las tapas, estas llevan unas pequeñas hendiduras que van colocadas frente a unos pequeños salientes de la carcasa.

Lubricaremos con grasa los cojinetes sobre los que gira el inducido y sujetaremos el conjunto con los espárragos (Figura 8.27), sus tuercas y arandelas, poniendo atención en no olvidarnos el soporte de

plástico que debe llevar el contacto positivo de las bobinas inducidas y que sirve para aislarlo de la carcasa.

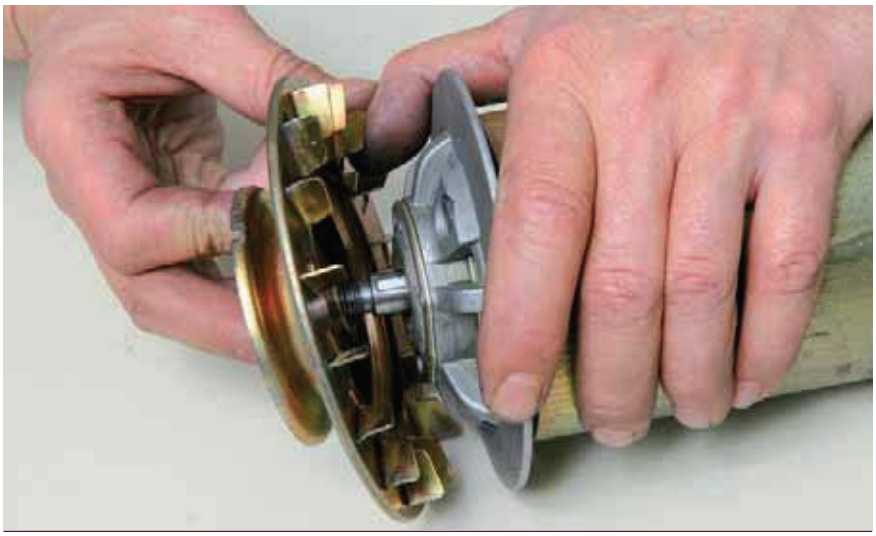
A continuación **montaremos las escobillas**. Para ello, identificaremos la escobilla positiva (su hilo conductor deberá estar aislado), así como su alojamiento (que también deberá estar aislado).

Una vez efectuada su identificación, levantaremos el muelle para poder introducir la escobilla positiva en su alojamiento y sujetaremos el tornillo de fijación sobre el portaescobillas (Figura 8.28).

A continuación, repetiremos las **mismas operaciones con la escobilla negativa**.

Acabamos colocando la chaveta, el ventilador y la polea, con sus correspondientes arandelas y tuerca, sobre el eje del inducido, después de lo cual la dinamo queda totalmente montada (Figura 8.29).

8.28. Situamos la escobilla positiva en su alojamiento y la conectamos.



8.29. Colocamos la chaveta, el ventilador y la polea.

Actividades propuestas

13·· ¿Cómo comprobarías la continuidad en las bobinas inductoras?

14·· ¿Qué aparato utilizarías para comprobar que no existe cortocircuito en las bobinas inducidas? ¿Cómo realizarías la comprobación?

15·· ¿Qué comprobaciones deberías realizar en el colector?

16·· ¿Cómo podrías distinguir la escobilla positiva de la negativa?

17·· ¿Cuál es la misión de la chaveta que lleva la dinamo sobre su eje?

18·· ¿Cuáles son los conectores que van fijados a la escobilla positiva? ¿Y a la negativa?

7 >> f.e.m. generada

La fuerza electromotriz generada en la espira, según estudiamos en la unidad didáctica 4, depende de la intensidad del campo magnético, del número de espiras de las bobinas inducidas, del material sobre el que estén enrolladas y de su velocidad de giro.

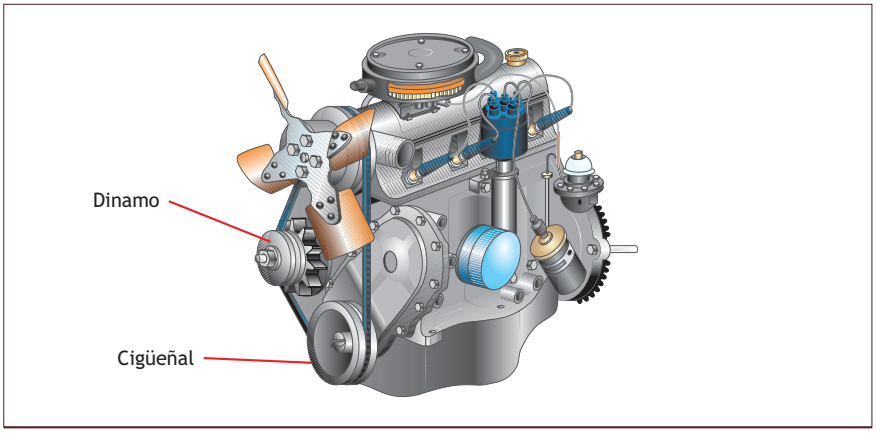
7.1 > Intensidad del campo magnético

Según acabamos de ver, el campo magnético en la dinamo está creado por bobinas inductoras. Así pues, el valor de la intensidad del campo magnético dependerá de su número de espiras, de la intensidad que circula por ellas y de las masas polares o núcleos ferromagnéticos.

Sobre el número de espiras y las masas polares, una vez fabricada la dinamo, no podemos influir pero sí que podemos aumentar o disminuir el campo magnético aumentando o disminuyendo la intensidad de la corriente que recorre las bobinas inductoras.

7.2 > Número de espiras de las bobinas inducidas

El número de espiras de las bobinas inducidas, una vez fabricada la dinamo, es un valor fijo al igual que ocurre con las bobinas inductoras.



8.30. Transmisión del giro hasta la dinamo.

7.3 > Velocidad de giro de las bobinas inducidas

Acabamos de estudiar que el giro de las bobinas inducidas lo tomamos, a través de una correa y una polea, directamente del cigüeñal del motor térmico (Figura 8.30).

Y aquí es donde se nos plantea un problema importante: el cigüeñal del motor térmico no gira siempre a la misma velocidad, ya que su giro depende de la posición en que se encuentra el pedal del acelerador, de lo cargado que vaya el automóvil y de si circula cuesta arriba o cuesta abajo.

Así pues, ya tenemos definido nuestro problema:

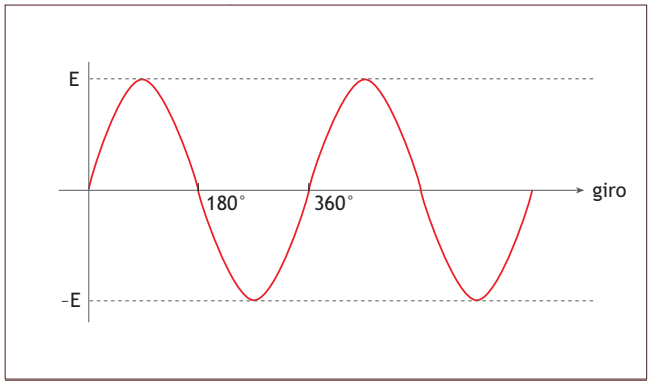
> **El giro del inducido no será constante y por tanto tampoco lo será la f.e.m. generada en la dinamo.**

7.4 > Rectificación de la corriente generada

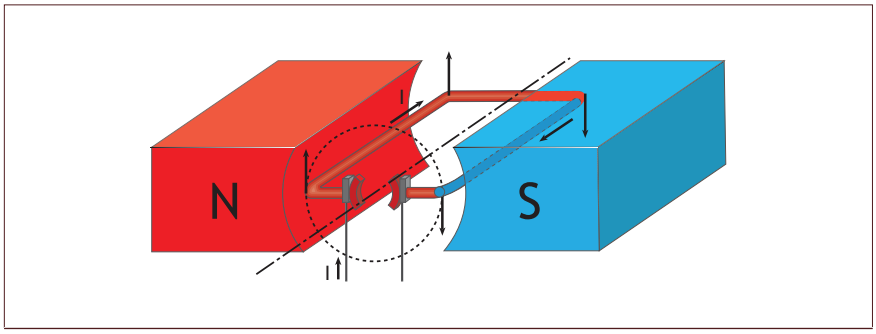
En la unidad didáctica 4, estudiamos la forma que tenía la f.e.m. generada en una espira, que está representada en la Figura 8.31.

Vamos a ver a continuación cómo será la f.e.m. que sale a través de las escobillas. Para ello, deberemos fijarnos en el contacto de la escobilla con la delga.

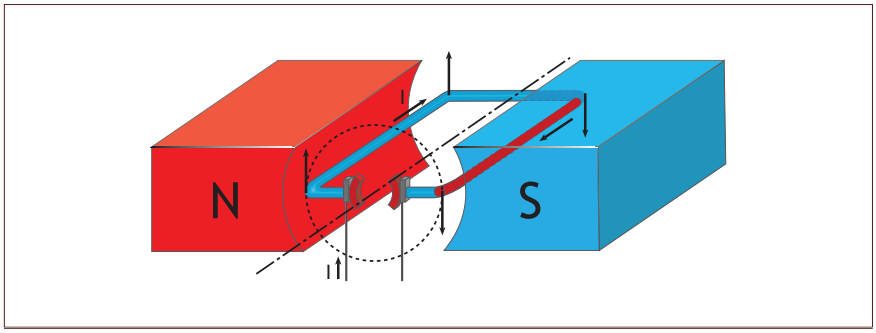
Si aplicamos la regla de la mano derecha (unidad 4) sobre el conductor rojo de la espira (Figura 8.32), vemos que entra la intensidad generada y que la intensidad de esta escobilla va en el mismo sentido.



8.31. f.e.m. generada en una espira.



8.32. Espira girando en el interior de un campo magnético. Posición inicial.

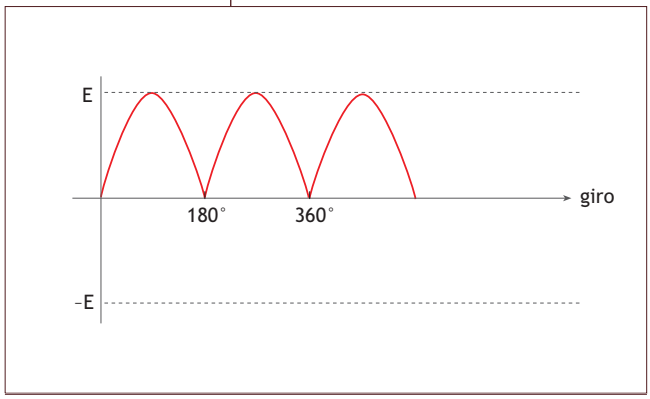


8.33. Espira girando en el interior de un campo magnético. A los 180°.

Cuando la espira ha dado una vuelta completa, es el conductor azul (Figura 8.33) el que está en contacto con la misma escobilla y, aplicando nuevamente la regla de la mano derecha, vemos que la intensidad de la escobilla es la misma que en el caso anterior.

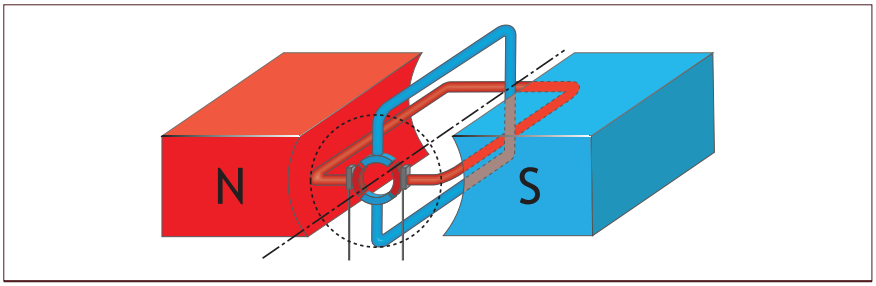
Si aplicamos la regla de la mano derecha al conductor que está en contacto con la otra escobilla, veremos que la intensidad sale en esta escobilla. La f.e.m. de salida por las escobillas es la representada en la Figura 8.34.

Ya tenemos transformada la corriente alterna en continua. Sin embargo, aún tiene un valor que no es constante y no la podemos utilizar.



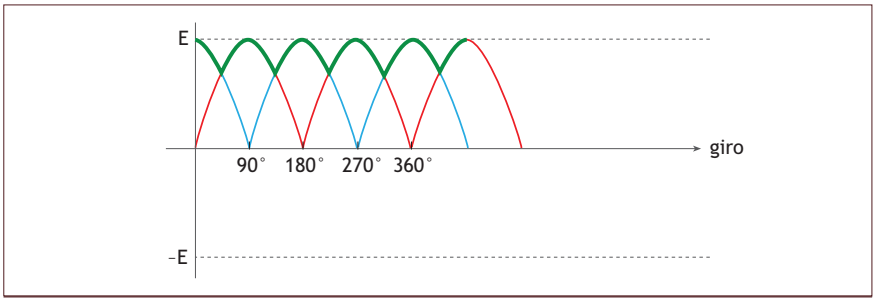
8.34. f.e.m. a la salida por las escobillas.

Para disminuir el valor pulsatorio de la corriente generada, colocamos en el interior dos espiras desfasadas 90° Figura 8.35.



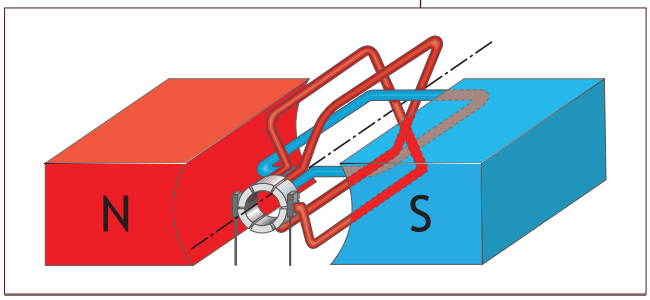
8.35. Dos espiras girando en el interior de un campo magnético.

La f.e.m. generada a través de las escobillas se corresponde con la mostrada en color verde en la Figura 8.36.

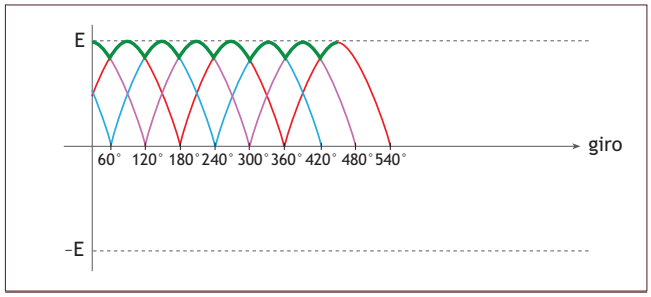


8.36. f.e.m. a la salida por las escobillas.

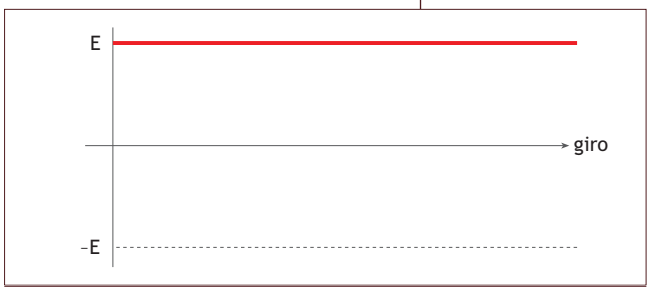
Conseguiremos hacer más regular la tensión generada en la dinamo añadiendo más espiras (Figuras 8.37 y 8.38).



8.37. Tres espiras girando en el interior de un campo magnético.



8.38. f.e.m. a la salida por las escobillas.



8.39. f.e.m. de una dinamo a la salida por las escobillas.

Finalmente, con las espiras de que disponemos en nuestra dinamo, la f.e.m. que sale por las escobillas se muestra en la Figura 8.39. Hemos conseguido una f.e.m. de valor constante.

Así pues, el conjunto colector-escobillas es el encargado de transformar la corriente alterna que se genera en el interior de la dinamo en corriente continua que sale a través de las escobillas.

8 >> Características eléctricas de la dinamo

Las principales características eléctricas de una dinamo son: la resistencia interna, la fuerza electromotriz (f.e.m.) o tensión de vacío, la tensión eficaz y la intensidad máxima que puede suministrar.

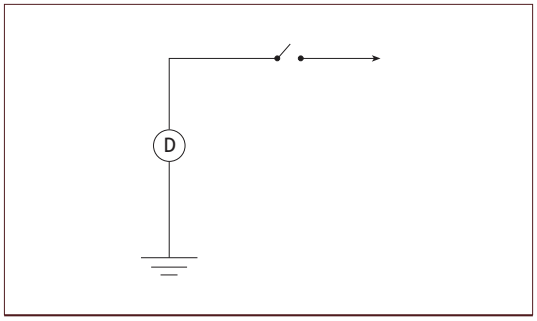
8.1 > Resistencia interna (R_i)

El inducido de la dinamo, que es donde se genera la electricidad, está constituido por hilos conductores, los cuales, según hemos estudiado en la primera unidad didáctica, tienen resistencia.

A la resistencia que presenta el inducido la denominamos resistencia interna.

8.2 > Fuerza electromotriz (f.e.m.) o tensión en vacío (E)

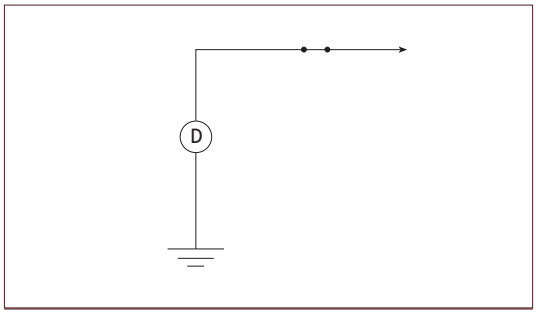
Llamamos f.e.m. o tensión en vacío a la tensión que nos da la dinamo cuando está girando sin estar conectada a ningún circuito exterior (Figura 8.40).



8.40. Dinamo girando en vacío.

8.3 > Tensión eficaz (V_{ef})

Denominamos tensión eficaz a la tensión que nos aporta la dinamo cuando está conectada a un circuito exterior (Figura 8.41).



8.41. Dinamo girando conectada a un circuito exterior.

Cuando la dinamo está conectada a un circuito exterior, la intensidad que sale de la dinamo tiene que atravesar el inducido y, como siempre que circula una intensidad por una resistencia (unidad didáctica 2), se produce en esta una caída de tensión.

Resistencia de un hilo conductor

Recordemos que la resistencia de un hilo conductor depende de la resistividad del material de que esté fabricado **ρ**, de la longitud del mismo **l** y de su grosor **S**.

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

La tensión eficaz de una dinamo es el valor de su f.e.m. descontando la caída de tensión interna.

Caída de tensión interna:

$$V_i = R_i \cdot I$$

Siendo:

– V_i la caída de tensión interna.
– R_i la resistencia interna.
– I la intensidad que sale de la dinamo hacia los consumos.

Tensión eficaz:

$$V_{ef} = E - V_i$$

Siendo:

– V_{ef} la tensión eficaz.
– E la fuerza electromotriz.
– V_i la caída de tensión interna.

8.4 > Intensidad máxima ($I_{máx}$)

La intensidad máxima de una dinamo es el máximo número de amperios que puede suministrar sin que le cause ningún deterioro.

Cuando la intensidad que proporciona la dinamo atraviesa las bobinas inducidas, se crea calor en ellas por el efecto joule. Este calor producido en el inducido será tanto mayor cuanto mayor sea la intensidad suministrada ($Q = 0{,}24\ R\ I^2t$).

Conviene recordar que la intensidad que facilita la dinamo depende del número y potencia de los consumos que tenga conectados en cada momento. Así pues, y según estudiamos en la unidad 2, a mayor número de consumos mayor será la intensidad que suministre la dinamo y, a mayor potencia de los consumos, también será mayor la intensidad que deberá suministrar.

En caso de conectar a la dinamo un número excesivo de consumos, el calor producido en las bobinas inducidas puede provocar la fusión del barniz aislante y, con él, el cortocircuito de las bobinas.

Actividades propuestas

19•• Calcula la tensión eficaz de una dinamo sabiendo que su f.e.m. es de 12,6 V, su resistencia interna de 0,3 Ω y está suministrando 3 A a un circuito exterior.

20•• Calcula la tensión eficaz de la dinamo del ejercicio anterior cuando está suministrando 5 A a un circuito exterior.

21•• Calcular la f.e.m. de una dinamo teniendo en cuenta que su resistencia interna es de 0,2 Ω y sabiendo que su tensión eficaz es de 10,5 V cuando está suministrando una intensidad de 10 A a un circuito exterior.

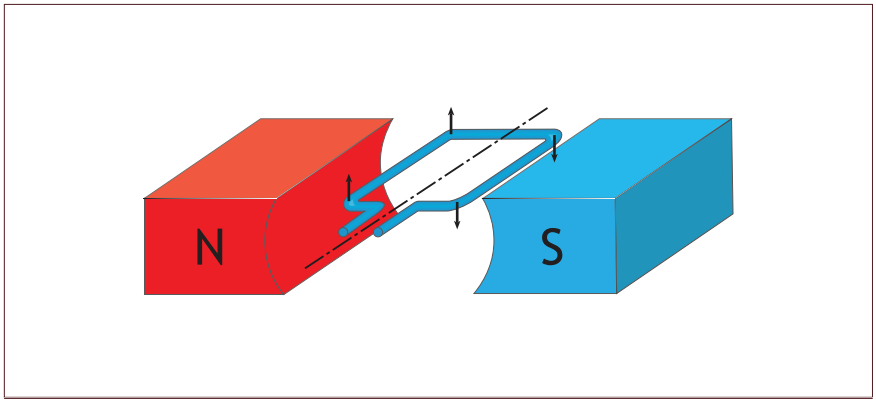
9 >> Comparación entre la dinamo y el motor eléctrico

Una vez examinada la dinamo y el motor eléctrico, podemos afirmar que se trata de la misma máquina eléctrica, ya que ambas constan de una carcasa con bobinas inductoras y, en su interior, giran las bobinas inducidas.

El grosor de los hilos conductores que constituyen las bobinas inductoras e inducidas dependerá de la intensidad que deba circular por ellas. Así, por ejemplo, el hilo conductor de las bobinas inductoras de la dinamo tiene sección redonda mientras que el hilo conductor de las bobinas inductoras del motor eléctrico del motor de arranque tiene una sección rectangular y mucho mayor que la de la dinamo.

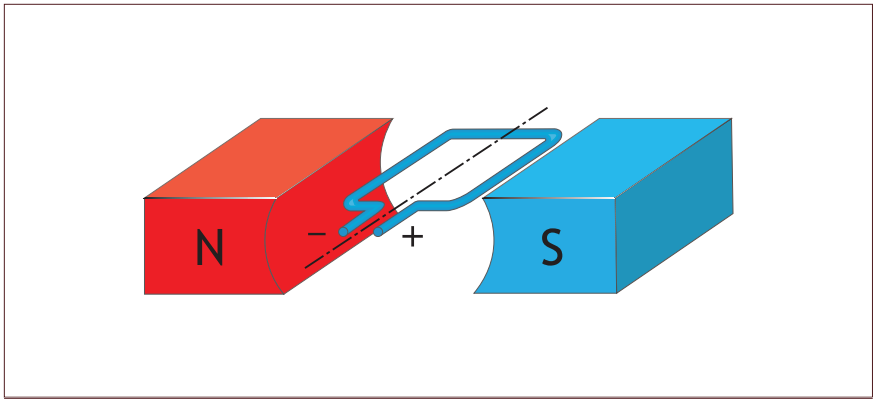
En ambas máquinas eléctricas, el campo magnético exterior puede estar constituido por bobinas inductoras, pero también podemos encontrarnos con el campo magnético exterior obtenido a través de imanes permanentes.

Diremos que se trata de una dinamo cuando, al facilitarle un giro desde el exterior, la máquina nos dé electricidad (Figura 8.42).



8.42. Dinamo.

Diremos que se trata de un motor eléctrico cuando, al hacerle llegar electricidad desde el exterior, la máquina nos dé un giro (Figura 8.43).



8.43. Motor eléctrico.

8.44. Regulador de 3 elementos.

10 >> El regulador

El regulador (Figura 8.44) es un elemento que siempre debe acompañar a las dinamos en los automóviles, ya que **es el encargado de mantener constante las características eléctricas de la dinamo para que pueda ser utilizada en el automóvil.**

10.1 > Necesidad en el automóvil

Acabamos de ver que la velocidad de giro del inducido de la dinamo no es constante (ya que depende del giro del cigüeñal) por lo que tampoco lo será la f.e.m. generada.

Si utilizáramos directamente la tensión tal y como sale de la dinamo, tendríamos dos problemas: o bien los consumos no funcionarían (en el caso de que la tensión fuera inferior a la establecida) o bien se irían fundiendo los fusibles correspondientes a los distintos consumos (en el caso de tensiones superiores a las establecidas).

10.2 > Variables sobre las que actúa

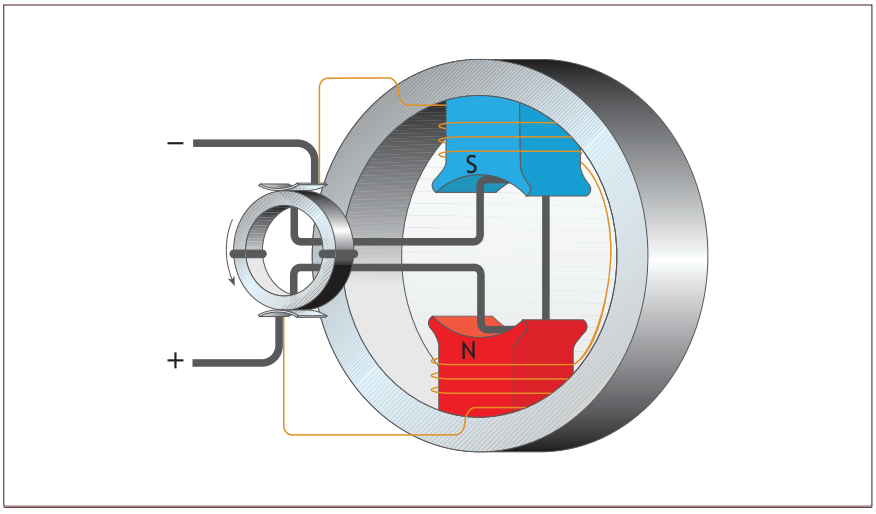
Para obtener electricidad, necesitamos un campo magnético que nos es proporcionado por las bobinas inductoras, un conjunto de espiras en su interior que componen el inducido y un giro que dé movimiento a las espiras para que estas corten las líneas de fuerza del campo magnético (Figura 8.45).

El problema que tenemos es que el giro de las espiras del inducido varía en función del giro del cigüeñal del motor térmico.

Para conseguir mantener los parámetros de la dinamo dentro de los márgenes establecido el regulador solo puede actuar sobre la intensidad del campo magnético, ya que una vez construida la dinamo no podemos modificar ni el número de espiras de las bobinas inducidas ni de las bobinas inductoras. Por tanto, el regulador modifica la intensidad de la corriente eléctrica que circula por las bobinas inductoras.

Revoluciones del motor térmico

La velocidad de giro del motor térmico cuando este se encuentra a velocidad de ralentí es de unas 900 rpm, mientras que en una marcha de crucero estaría girando a unas 3 500 rpm, pudiendo alcanzar velocidades superiores a las 5 000 rpm, de manera puntual, por ejemplo durante un adelantamiento.

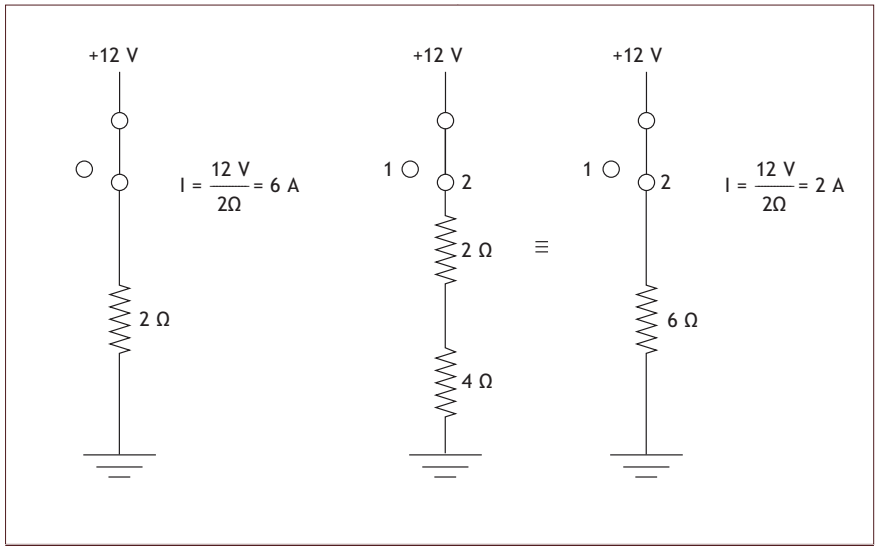


8.45. Bobinas inducidas, inductoras y giro.

10.3 > Funcionamiento

Cuando la f.e.m. generada en la dinamo o la intensidad de salida son demasiado altas, el regulador intercala una resistencia en serie con las bobinas inductoras, disminuyendo así la intensidad que les llega.

Según hemos estudiado en la unidad didáctica 2, al aumentar el número de resistencias en serie en un circuito se produce en cada una de ellas una caída de tensión. De este modo, las bobinas inductoras disponen de menor tensión y, por tanto, la intensidad que las recorre es menor (Figura 8.46).



8.46. Cálculo de la intensidad en un circuito con una resistencia y en el mismo circuito después de añadir otra resistencia.

10.4 > Elementos del regulador y sus funciones

El regulador de dinamo consta de tres elementos: el regulador de tensión, el disyuntor y el limitador de corriente.

En la Figura 8.47 tenemos una imagen interior de este regulador

8.47. Regulador de dinamo.

El regulador de tensión (RT) actuará intercalando una resistencia en serie para disminuir la intensidad que llega a las bobinas inductoras cuando la tensión generada en la dinamo supere un determinado valor, ya que podría destruir los consumos. Así pues, en estas condiciones, actúa **limitando la tensión máxima** (Figura 8.48).

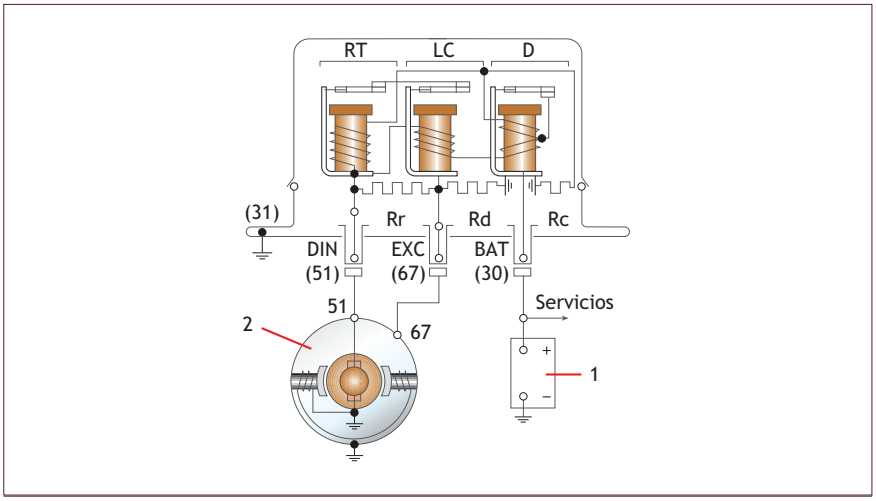
El disyuntor (D) cortará el paso de la intensidad entre batería y dinamo cuando la tensión generada en la dinamo sea inferior a la tensión de la batería, ya que esta se descargaría a través de ella. Así pues, su función es **limitar la tensión mínima** (Figura 8.48).

Intensidad de salida de la dinamo

La intensidad que sale de la dinamo depende de la cantidad y la potencia de los consumos exteriores.

En los enchufes de nuestras casas, siempre tenemos 220 V pero no siempre está saliendo intensidad de ellos.

El limitador de corriente (LC) actuará cuando la intensidad que sale de la dinamo hacia los consumos sea demasiado alta, ya que por efecto joule se generaría excesivo calor que podría producir la fusión del barniz aislante de los conductores, causando un cortocircuito. El limitador de corriente (igual que hace el regulador de tensión) actúa disminuyendo la intensidad que llega a las bobinas inductoras, intercalando puntualmente una resistencia en serie. Así pues, **limita la intensidad máxima** (Figura 8.48).



8.48. Regulador de tres elementos.

En el regulador anterior podemos identificar los siguientes elementos:

– R.T. regulador de tensión.
– L.C. limitador de corriente.
– D disyuntor.
– 1 batería.
– 2 dinamo.
– 31 masa.
– 51 salida de intensidad del inducido de la dinamo.
– 67 entrada de la intensidad de excitación hacia las inductoras.
– R_r Resistencia de regulación.
– R_d y R_c resistencias de compensación térmica.

Actividades propuestas

22·· ¿En qué se diferencia un motor eléctrico de una dinamo en cuanto a las partes que lo componen?

23·· ¿Podemos construir una dinamo de automóvil con imanes permanentes en lugar de bobinas inductoras?

24·· ¿Cómo actúa el regulador para disminuir la intensidad de las bobinas inductoras?

25·· ¿Qué parte del regulador limita la tensión máxima de salida? ¿Y la mínima? ¿Y la intensidad máxima?

26·· ¿A qué corresponde el número 51 de la dinamo? ¿Y el 67?

27·· ¿Por qué es necesario limitar la intensidad máxima que suministra la dinamo?

28·· ¿Por qué es necesario el disyuntor en el regulador de dinamo?

11 >> Limitaciones que presenta la dinamo

Con el tiempo, cada vez son más numerosos los consumidores eléctricos de que dispone el automóvil. Si recordamos el primer utilitario español, el SEAT 600, disponía de pocos elementos eléctricos: limpiaparabrisas, luces de posición, luces de carretea, luces de cruce, intermitentes, bocina, circuito de encendido y, solo algunos de ellos, disponían también de radio.

En la actualidad, además de los consumos eléctricos que tenía el SEAT 600, los coches disponen de: luneta térmica posterior, elevalunas eléctricos, ventiladores, retrovisores regulables eléctricamente, aparatos muy tecnificados de música, mandos a distancia para la apertura y cierre de puertas, GPS y un sinfín de consumidores eléctricos que se van implantando día a día.

Tampoco hay que olvidar que, en la época del SEAT 600, eran pocos los automóviles que circulaban por las carreteras, de manera que no eran habituales ni las caravanas ni los semáforos en rojo.

Una de las limitaciones de la dinamo es que a velocidad de ralentí no produce suficiente tensión para suministrar a los consumos y cargar la batería.

La electricidad que era capaz de suministrar la dinamo sería hoy día insuficiente, ya que debería girar a un altísimo régimen de giro que, debido a la fuerza centrífuga, podría provocar que se salieran todos los hilos conductores del inducido de sus alojamientos. Además, en circuitos urbanos tendríamos problemas para cargar la batería, ya que son continuos los parones en los semáforos y los motivados por exceso de tráfico.

La dinamo de automóvil que acabamos de estudiar tiene que ir siempre acompañada del regulador. El conjunto dinamo y regulador ha sido sustituido por el alternador, que lleva incorporado el regulador, ocupa un espacio mucho menor y tiene un peso más reducido.

La fuerza centrífuga: la fuerza centrífuga aparece siempre que un cuerpo está girando, siendo mayor conforme aumenta la velocidad de giro.

La fuerza centrífuga es la razón por la cual las curvas están peraltadas en las carreteras (levantadas por su parte exterior igual que las curvas de los circuitos Escalextric).

Actividades propuestas

29·· ¿Por qué razones la dinamo ha sido sustituida por el alternador?

30·· ¿Qué problema presentaría la dinamo en el caso de que se viera obligada a girar a un alto número de revoluciones?

12 >> Comprobaciones sobre el vehículo

Cuando nos llega al taller un vehículo que tiene problemas para cargar la batería, deberemos verificar en él la dinamo y el regulador.

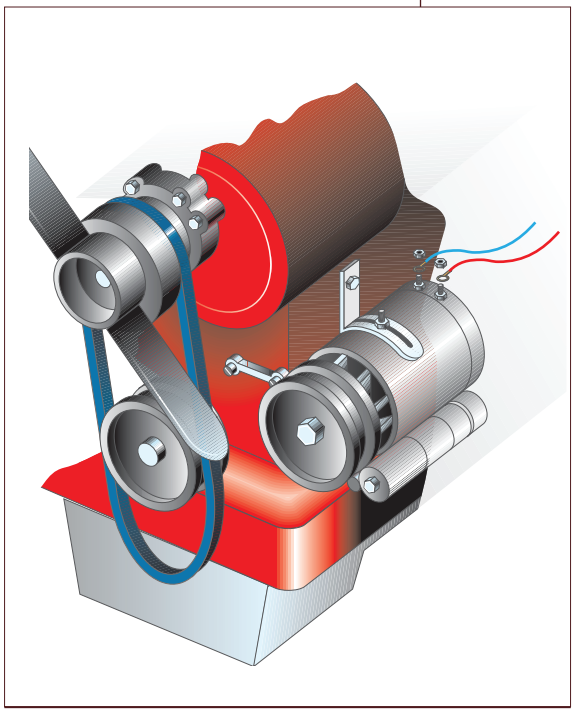
Para ello, empezaremos las comprobaciones sobre el vehículo y, cuando sepamos qué elemento es el averiado, pasaremos a subsanar la avería, ya sea en el propio vehículo o desmontando el elemento que deberá ser reparado.

12.1 > Comprobación de la dinamo

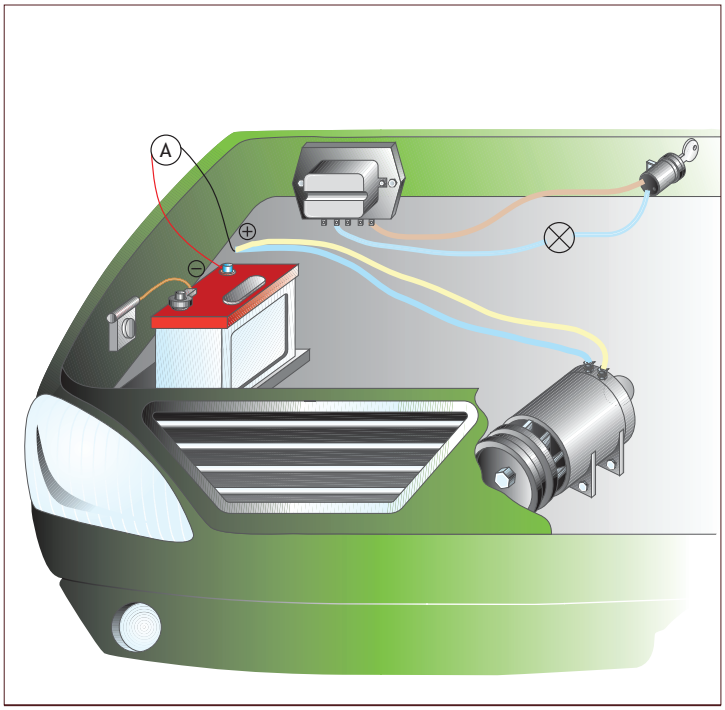
A lo largo de esta unidad didáctica, hemos estudiado que dinamo y motor eléctrico son una misma máquina. Esta es la razón por la que empezaremos a comprobar la dinamo sobre el vehículo como si de un motor eléctrico se tratara. Para ello seguiremos los siguientes pasos.

Primero desmontaremos la correa que une la dinamo al motor térmico (Figura 8.49).

Después conectaremos el positivo de las bobinas inducidas y de las bobinas inductoras directamente al positivo de la batería, sin pasar por el regulador, intercalando en serie un polímetro en posición de amperímetro (Figura 8.50).



8.49. Dinamo con la correa desconectada.

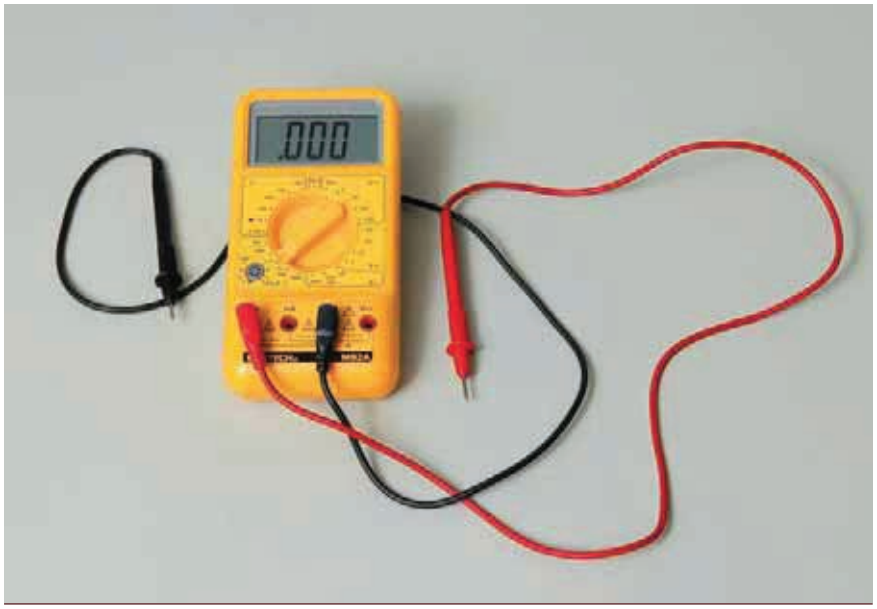


8.50. Comprobación de la dinamo sobre el vehículo.

Las operaciones previas que deberemos realizar en el amperímetro son:

– Colocaremos el selector del polímetro en posición de amperímetro en corriente continua (Figura 8.51).
– Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo:

el negativo o negro en su conector y el positivo o rojo en la posición de amperímetro. Empezaremos conectándolo en la posición en que es mayor su escala (Figura 8.52).



8.52. Conectores en la posición de amperímetro.

8.51. Polímetro en posición de amperímetro en corriente continua.

Al colocar el amperímetro, deberemos tener presente la polaridad, es decir, la intensidad le debe llegar al amperímetro a través de la punta de pruebas roja y salir del mismo por la punta de pruebas negra. En caso de equivocarnos, se fundiría el fusible que incorpora el amperímetro para tal fin. También se fundiría si hubiera un cortocircuito en la dinamo, razón por la que ponemos las mayores escalas de que dispone el amperímetro.

Como durante esta comprobación la dinamo está trabajando como motor eléctrico, la intensidad le llegará de la batería y será en este lado del conductor donde pondremos, en serie, la punta de pruebas roja, mientras que la negra la pondremos en el lado de la dinamo.

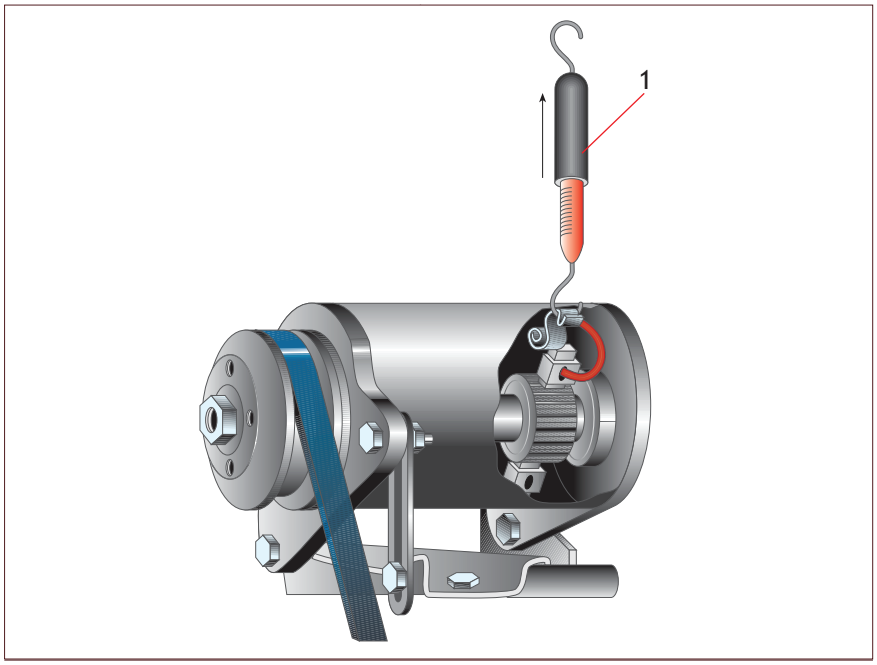
En estas condiciones:

– El inducido de la dinamo debe girar suavemente y con un sonido similar al de cualquier motor eléctrico.
– Su temperatura deberá aumentar ligeramente.

En caso contrario:

– Si no gira el inducido y el amperímetro marca una lectura inferior a la que indica el fabricante, podría deberse a que le llega intensidad a las bobinas inductoras pero no a las inducidas. En este caso, la causa del desajuste es un contacto defectuoso entre las escobillas y el colector, ya sea por desgaste, por insuficiente presión del muelle sobre la escobilla o por suciedad en el colector.
– En caso de que el amperímetro marque intensidades superiores a las facilitadas por el fabricante, significará que en algún punto de las bobinas inducidas o de las bobinas inductoras hay un cortocircuito.

Práctica 13



8.53. Comprobación de la presión de los muelles de las escobillas.

En el primer caso, comprobaremos las escobillas y la presión de sus muelles con un dinamómetro (1) y, en caso necesario, las sustituiremos sin tener que desmontar la dinamo del vehículo (Figura 8.53).

En el segundo caso, deberemos desmontar la dinamo del automóvil y verificar cada uno de sus elementos según hemos estudiado en la unidad didáctica 7.

12.2 > Comprobación del regulador

Para comprobar el buen funcionamiento del regulador, verificaremos con un voltímetro la tensión que nos da el contacto del regulador que lleva la indicación BAT.

Para ello:

– Colocaremos el selector del polímetro en posición de voltímetro, en la escala de 200 V (Figura 8.54).
– Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su conector y el positivo o rojo en la posición de voltímetro (Figura 8.55).

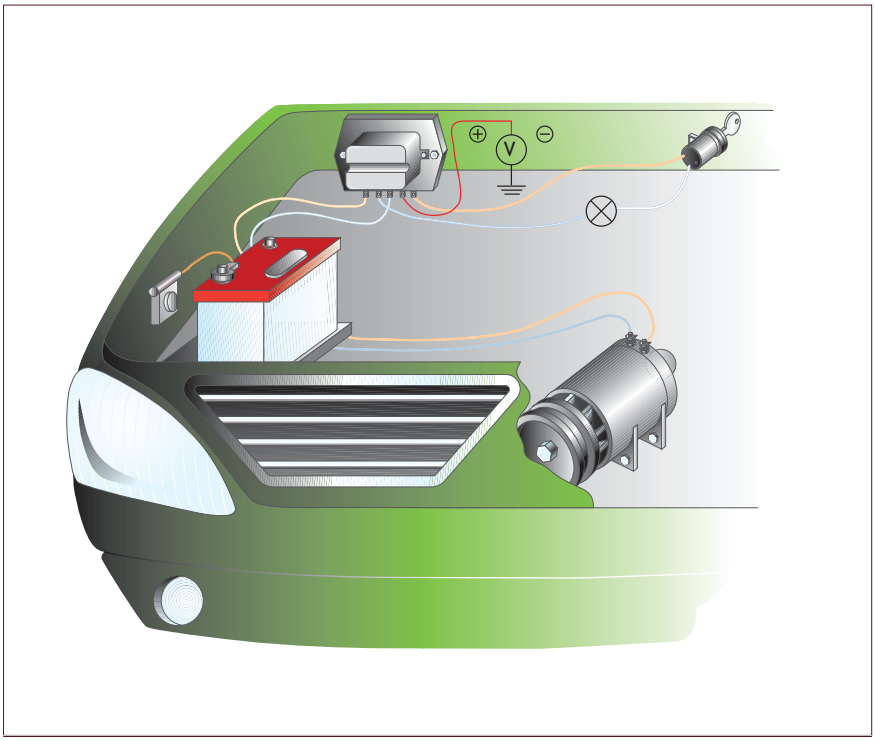
8.54. Polímetro en posición de voltímetro en corriente continua.

8.55. Conectores en posición de voltímetro en corriente continua.

– La punta de pruebas roja o positiva la colocaremos en el contacto BAT del regulador y la punta negativa o negra la conectaremos a masa (Figura 8.56).

A continuación, comprobaremos:

– A velocidad de ralentí, que la tensión que nos indica el voltímetro es la misma que la de la batería.
– Observaremos el comportamiento al aumentar la velocidad de giro del motor. Al principio debe incrementarse la tensión inicial hasta los voltios que nos indique el fabricante (siempre serán superiores a 13 V) y mantenerse constante a pesar de seguir subiendo las revoluciones del motor.
– Manteniendo una velocidad de giro constante en el motor térmico, mediremos el voltaje. A continuación, conectaremos diferentes consumos, como pueden ser las luces de carretera, la radio, etc., y comprobaremos que la tensión se mantiene en un valor constante.



8.56. Puntas de prueba negativa y positiva.

Si a ralentí la tensión en el contacto BAT del regulador es ligeramente inferior a la tensión de la batería, será síntoma de que la batería se descarga a través del regulador y tendríamos que tarar la tensión de cierre del disyuntor.

Si al ir aumentando las revoluciones del motor la tensión se mantiene constante pero es mayor o menor que la especificada por el fabricante, deberemos regular la tensión de apertura del regulador.

Si al ir aumentando los consumos eléctricos la intensidad de salida del regulador hacia los consumos va aumentando por encima del valor máximo que indica el fabricante, deberemos actuar sobre la tensión de apertura del limitador de corriente.

Comprobamos la presión del muelle

Con un dinamómetro separamos el muelle de la escobilla para, posteriormente volverlo a acercar.

En el momento en que se establece nuevamente el contacto entre ambos, la lectura que nos indique el dinamómetro corresponderá a la fuerza que realiza el muelle sobre la escobilla.

Actividades propuestas

31·· Cuándo queremos comprobar la intensidad que le llega a la dinamo de la batería al hacerla funcionar como motor eléctrico, ¿en qué lado debemos colocar la punta de pruebas positiva, en el lado de la batería o en el lado de la dinamo? ¿Y en el caso de que la dinamo funcione como generador?

32·· ¿En qué caso deberemos regular el disyuntor?

33·· ¿En qué caso deberemos actuar sobre el regulador de tensión?

34·· ¿En qué caso deberemos regular el limitador de intensidad?

13 >> Comprobaciones sobre el banco de pruebas CV9LS-1

Una vez que hemos efectuado las comprobaciones de cada uno de los elementos que componen la dinamo, y habiendo sido reparada la anomalía, pasaremos a efectuar el montaje de la misma.

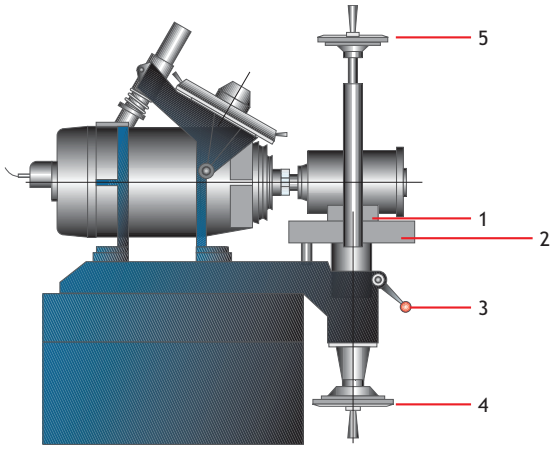
La primera comprobación que haremos con la dinamo será probarla como motor eléctrico para verificar que gira sin dificultad. Para ello, utilizaremos la batería del banco de pruebas y realizaremos las conexiones explicadas en la comprobación de la dinamo sobre el vehículo.

Para la comprobación de la dinamo y de su regulador sobre el banco, este dispone de:

– Un motor eléctrico que será el que nos proporcione el arrastre de la dinamo (hace la misma función que el motor térmico en el automóvil).
– Un soporte sobre el que se apoyará nuestra dinamo.
– Un inversor de giro para poder comprobar dinamos que giren según el sentido de las agujas del reloj y dinamos que giren en sentido contrario a las agujas del reloj.
– Un grupo de resistencias que hacen la función de simular un mayor o menor número de consumos eléctricos conectados a la dinamo cuando esta se encuentra en el automóvil.
– Un volante que permite ajustar el valor de las resistencias anteriores.
– Amperímetros y voltímetros.

Antes de iniciar los ensayos sobre el banco de pruebas eléctrico, deberemos situar en él la dinamo, teniendo en cuenta que los ejes del motor eléctrico y de la dinamo deberán estar perfectamente alineados (Figura 8.57).

Para ello, colocaremos el generador apoyado sobre el soporte en V (1) que se encuentra sobre la plataforma (2) del banco y a continuación desbloquearemos la palanca (3) para poder ajustar mediante el volante (4) la altura del generador a la altura del motor eléctrico del banco.



8.57. Dinamo colocada sobre el banco de pruebas CV9LS-1.

A continuación, conectaremos el eje de giro del generador al eje del inducido del motor eléctrico a través del acoplamiento adecuado.

Seguiremos fijando el generador a la plataforma (2) a través del puente de sujeción accionado por el volante (5).

Y acabaremos haciendo girar a unas 500 rpm el conjunto según el sentido adecuado a nuestro generador. En estas condiciones, giraremos lentamente el volante (4) hasta que desaparezcan las vibraciones debidas a un mal alineamiento del conjunto. A continuación, fijare-

mos la palanca (3) y ya estaremos en condiciones de realizar las pruebas sobre el banco eléctrico.

Empezaremos comprobando la dinamo y a continuación añadiremos el regulador.

13.1 > Comprobación de la dinamo

Conectaremos la dinamo al banco eléctrico según nos muestra la Figura 8.58.

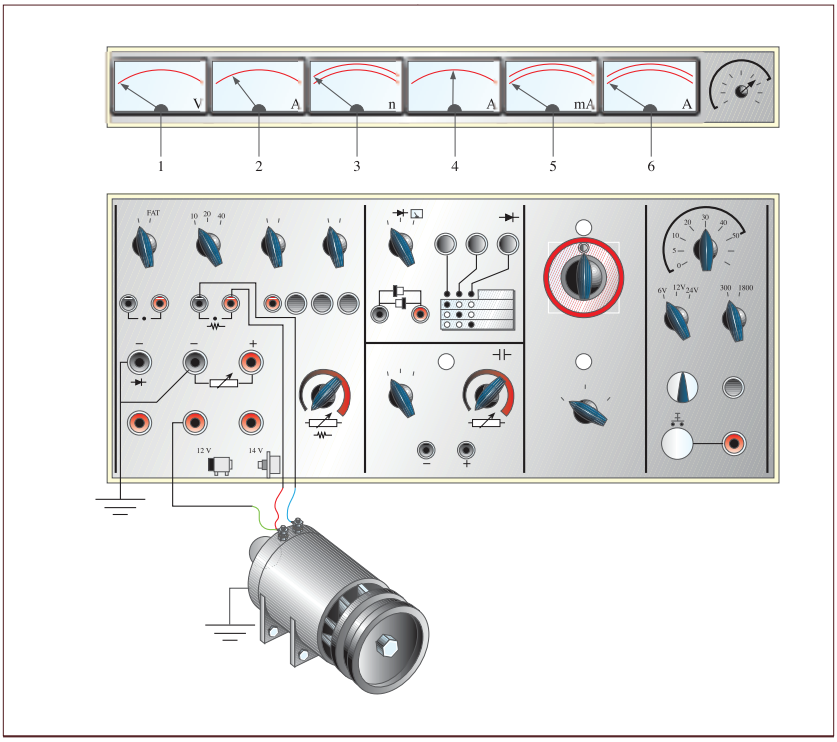
Una vez conectada la dinamo sobre el banco, haremos girar al motor de arrastre a las velocidades que, en cada caso, nos indique el fabricante, tal y como se refleja en el cuentarrevoluciones (3) de la Figura 8.58. Comprobaremos que, para una tensión concreta en el voltímetro (1), la intensidad que nos facilita la dinamo y que podemos leer en el amperímetro (2) está dentro de los límites indicados por el fabricante. Deberemos realizar estas comprobaciones con la dinamo en frío o en caliente, en función de las especificaciones del fabricante.

13.2 > Comprobación de la dinamo y el regulador

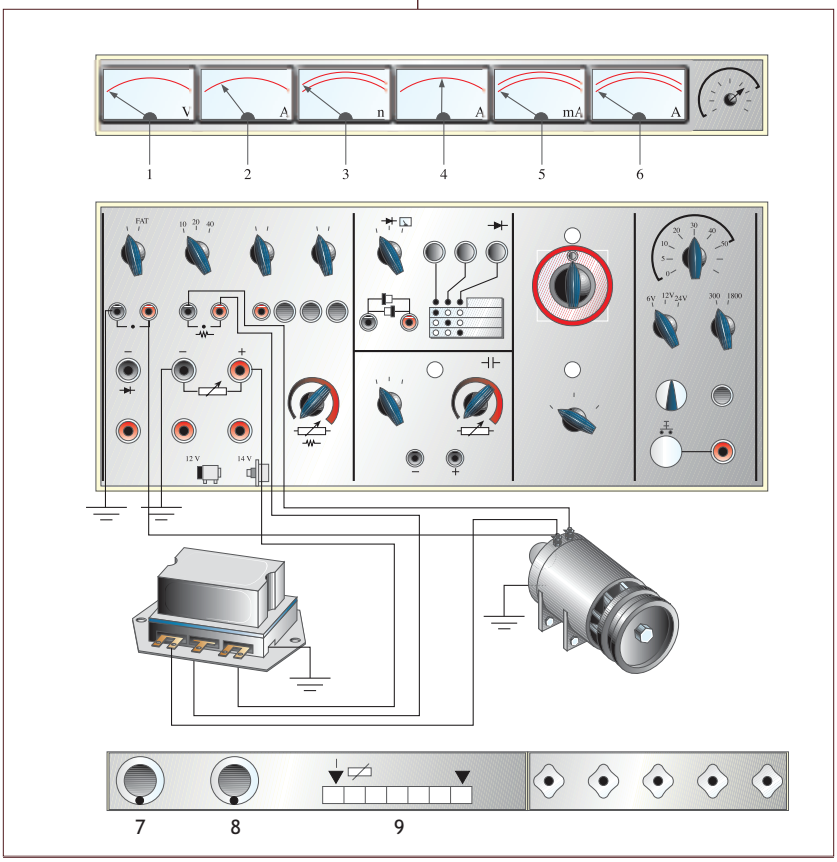
Conectaremos el regulador al banco eléctrico según nos muestra la Figura 8.59.

Una vez conectados el regulador y la dinamo al banco, pondremos en funcionamiento el motor de arrastre e iremos aumentando suavemente su número de revoluciones con el mando regulador (7 en la Figura 8.59) hasta que se produzca el cierre de los contactos del disyuntor, momento en que el amperímetro (2) empezará a indicar intensidad.

Cuando esto suceda, comprobaremos el voltaje con el voltímetro (1), que deberá estar comprendido entre los límites que nos indica el fabricante.



8.58. Conexiones entre la dinamo y el banco eléctrico.



8.59. Conexiones entre la dinamo, el regulador y el banco eléctrico.

Dinamo en frío o en caliente

Una vez que esté montada la dinamo sobre el banco, haremos las comprobaciones en:

- Frío cuando efectuemos las mediciones sin que haya alcanzando la temperatura de funcionamiento.
- Caliente cuando, habiéndola hecho rodar durante un tiempo determinado, haya alcanzado la temperatura de funcionamiento.

A continuación, iremos disminuyendo paulatinamente la velocidad del motor de arrastre con el mando regulador (7) hasta que se produzca la apertura de los contactos del disyuntor. En este momento, el amperímetro (2) marcará cero, lo cual se corresponde con un nuevo voltaje en el voltímetro (1), que deberá estar comprendido entre los valores facilitados por el fabricante.

Una vez comprobado el disyuntor, pasaremos a comprobar el regulador de tensión. Para ello, fijaremos con el mando regulador (7) el numero de vueltas de la dinamo en el cuentarrevoluciones (3) a las que nos indique el fabricante.

Gracias a las resistencias de regulación (9), fijaremos la intensidad de salida en el amperímetro (2) a un determinado valor. Para ello, actuaremos sobre las teclas de las resistencias empezando siempre por la que está a la izquierda y conectándolas correlativamente. Para acabar de ajustar la intensidad, actuaremos sobre el volante (8).

Una vez fijadas las revoluciones en 3 y la intensidad en 2, compararemos los valores de tensión, que deben encontrarse en las características de la dinamo.

Finalmente, con esas mismas revoluciones, regularemos la intensidad de salida de la dinamo a un valor unas diez veces superior al anterior con la ayuda de las resistencias de regulación. También ahora el valor del voltaje obtenido deberá estar comprendido entre unos determinados valores.

14 >> Mantenimiento de la dinamo

En todos los modelos de dinamos, debemos tener precaución al realizar los servicios de mantenimiento generales procurando que no se derrame sobre la superficie exterior de la dinamo ningún líquido, como puede ser aceite, líquido refrigerante, etc.

Algunos modelos antiguos de dinamos llevaban en la tapa de las escobillas un tapón de goma justo en el centro del eje del colector y, en cada servicio de mantenimiento, se debía sacar el tapón y engrasar con aceite el casquillo de bronce que se encontraba entre la tapa y el eje del inducido.

Actividades propuestas

35·· ¿Sobre qué parte del banco eléctrico deberemos actuar?

a) Cuando queramos regular la velocidad de giro de la dinamo.
b) Cuando queramos regular la intensidad de salida de la dinamo.

36·· Indica en qué parte del banco eléctrico encontraremos la información referente a:

a) La velocidad de giro de la dinamo.
b) La intensidad de carga de la batería.
c) El voltaje que nos proporciona la dinamo.

15 >> Averías más frecuentes en la dinamo

Las averías más frecuentas que se producen en la dinamo son las cuatro que se detallan a continuación.

En primer lugar, es posible que patine la correa encargada de transmitir el giro desde el cigüeñal del motor térmico al eje del inducido de la dinamo.

Otra de las averías se da cuando se estropea el cojinete sobre el que va apoyado el inducido de la dinamo. En este caso, para comprobar el buen funcionamiento del cojinete sin tener que desmontar la dinamo, podemos utilizar un fonendoscopio como el representado en la Figura 8.60.

8.60. Fonendoscopio.

Mediante el fonendoscopio podemos comprobar si el ruido de giro del conjunto es el adecuado o bien debemos pasar a desmontar la dinamo.

En caso de no disponer de fonendoscopio, podemos utilizar como herramienta una barra fina de hierro. En este caso, aprovechamos el hecho de que el hierro es muy buen conductor acústico para comprobar si tenemos avería o no en el cojinete poniendo un extremo de la barra de hierro en la superficie exterior de la dinamo, cerca del lugar en que se encuentra el cojinete, y el otro en nuestro oído. De esta manera tan simple podremos comprobar a través del sonido el funcionamiento de cualquiera de los cojinetes de nuestro automóvil. Otra avería es que la luz testigo de carga de la batería, que se encuentra situada en el cuadro de instrumentos, no se apague. Esto es síntoma de que la batería no se está cargando. La razón puede ser que las escobillas estén gastadas o bien que el regulador no funcione de forma correcta.

Por último, puede ocurrir que la luz testigo de carga de la batería se encienda y se apague constantemente a altas revoluciones. La razón de este comportamiento radica en que las escobillas no hacen siempre un buen contacto con el colector. Son varias las causas que pueden producir esta avería: que los muelles no hagan suficiente presión sobre las escobillas, que el colector esté ovalado o que las escobillas estén gastadas.

Películas del oeste

Todos hemos visto alguna vez que, en distintas películas del oeste, aparecen personajes que acercan el oído a las vías del tren para comprobar si este está cerca o lejos.

Actividades propuestas

37·· ¿Cuáles son las cuatro averías más frecuentes de la dinamo?

38·· ¿Cuáles son las causas por las que la luz del cuadro de instrumentos correspondiente a la carga de la batería y a altas revoluciones del motor, se enciende y se apaga repetidamente?

39·· ¿Cuáles son las causas por las que la luz del cuadro de instrumentos correspondiente a la carga de la batería no se apaga cuando el automóvil está circulando?

Actividades finales

1·· Indica si las siguientes afirmaciones son o no correctas:

a) La resistencia de regulación se coloca en serie con las bobinas inductoras de la dinamo para disminuir su resistencia.
b) El colector de la dinamo está constituido por delgas.
c) El giro que necesita la dinamo para funcionar se lo facilita el engranaje que se encuentra sobre el eje del inducido.
d) La polea que tiene la dinamo sobre el eje del inducido es para refrigerarla del calor producido por efecto joule.
e) En la dinamo las bobinas inductoras son el rotor.
f) Antes se utilizaba el alternador para generar electricidad en los automóviles, pero como la corriente que genera es alterna, ha sido sustituido por la dinamo, ya que esta genera corriente continua.
g) El ventilador que lleva la dinamo sirve para refrigerarla del calor producido por el motor térmico.
h) Si estamos circulando y se enciende el piloto del tablero que nos indica que no se está cargando la batería tenemos que parar inmediatamente, ya que también nos puede estar indicando que no funciona la bomba de agua de la refrigeración.
i) En un automóvil que disponga de dinamo, si estamos parados en un semáforo y se enciende el piloto del tablero indicándonos que la batería no carga, tenemos que ir inmediatamente al taller.
j) El regulador de dinamo debe incluir: limitador de intensidad, regulador de tensión y disyuntor.
k) Es necesario colocar un regulador en la dinamo, ya que el giro que le llega tiene siempre un valor constante y no iría bien para efectuar los adelantamientos.
l) El disyuntor tiene la misión de desconectar la batería de la dinamo cuando la tensión de la dinamo sea superior a la tensión de la batería.

2·· Calcula la tensión eficaz de una dinamo sabiendo que tiene una f.e.m. de 13,2 V, una resistencia interna de 0,3 Ω y está suministrando 10 A a un circuito exterior.

3·· Representa gráficamente la corriente generada en una espira del inducido de una dinamo y a la salida por las escobillas.

4·· ¿Cómo comprobarías el aislamiento a masa de las bobinas inducidas?

5·· ¿Cómo comprobarías la existencia de un cortocircuito en las bobinas inducidas?

6·· Representa gráficamente el conjunto inductor de una dinamo.

7·· ¿Qué elementos de la dinamo son los encargados de transformar la corriente alterna generada en corriente continua?

8·· ¿Qué pruebas realizarías sobre el automóvil para saber si, al no funcionar correctamente el circuito de carga, la avería se encuentra en la dinamo o en el regulador?

9·· ¿Cómo conseguimos que la corriente que sale de la dinamo no sea pulsatoria?

10·· ¿Cuáles son los elementos que se pueden comprobar con un fonendoscopio?

Caso final

La batería es nueva y ya nos da problemas

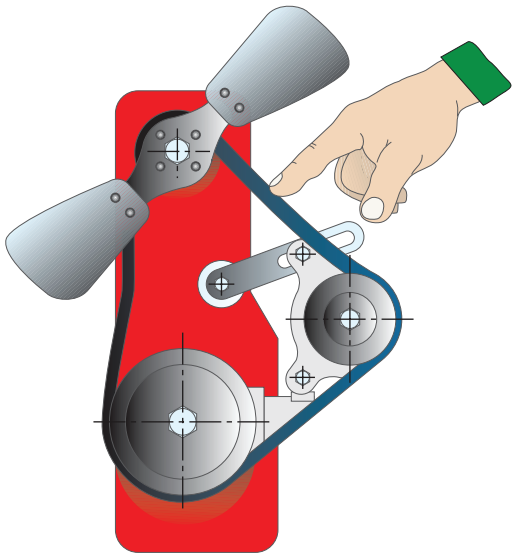
•• Aparece descargada una batería a los pocos días de haberla instalado en un automóvil, sin haber dado ninguna señal previa de avería en el circuito de carga (no se ha encendido ninguna luz de aviso ni de peligro).

Queremos conocer cuál es el motivo.

Solución •• Lo primero que pensaríamos en este caso es que la batería que hemos instalado es defectuosa. Sin embargo, hoy en día las baterías que salen al mercado pasan unos rigurosos controles de calidad que hacen que la proporción de baterías defectuosas sea mínima.

Una vez descartada esta posibilidad, teniendo en cuenta que acabamos de cambiar la batería, podemos empezar a pensar que la avería se encuentra en el circuito de carga.

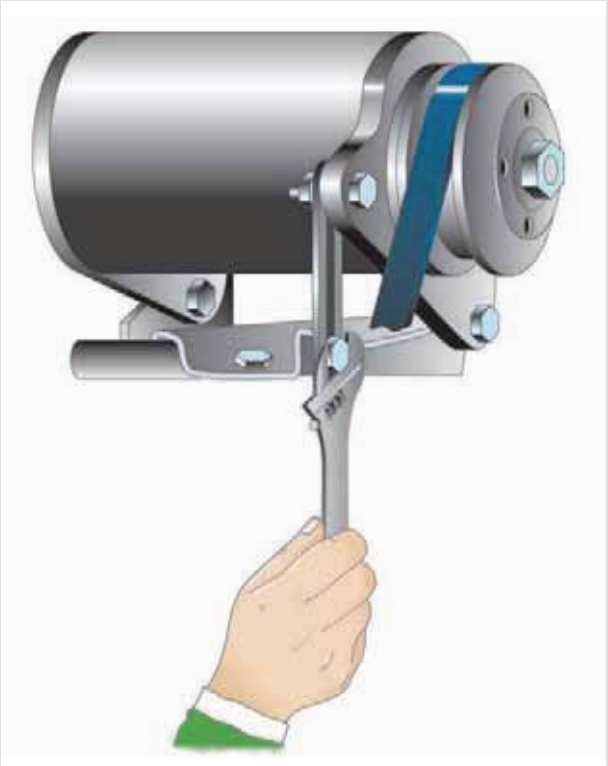
Al comprobar la tensión de la correa de transmisión desde el motor térmico a la dinamo apreciamos que no está suficientemente tensada (Figura 8.61).



8.61. Tensión de la correa.

Esta puede ser la causa del desajuste.

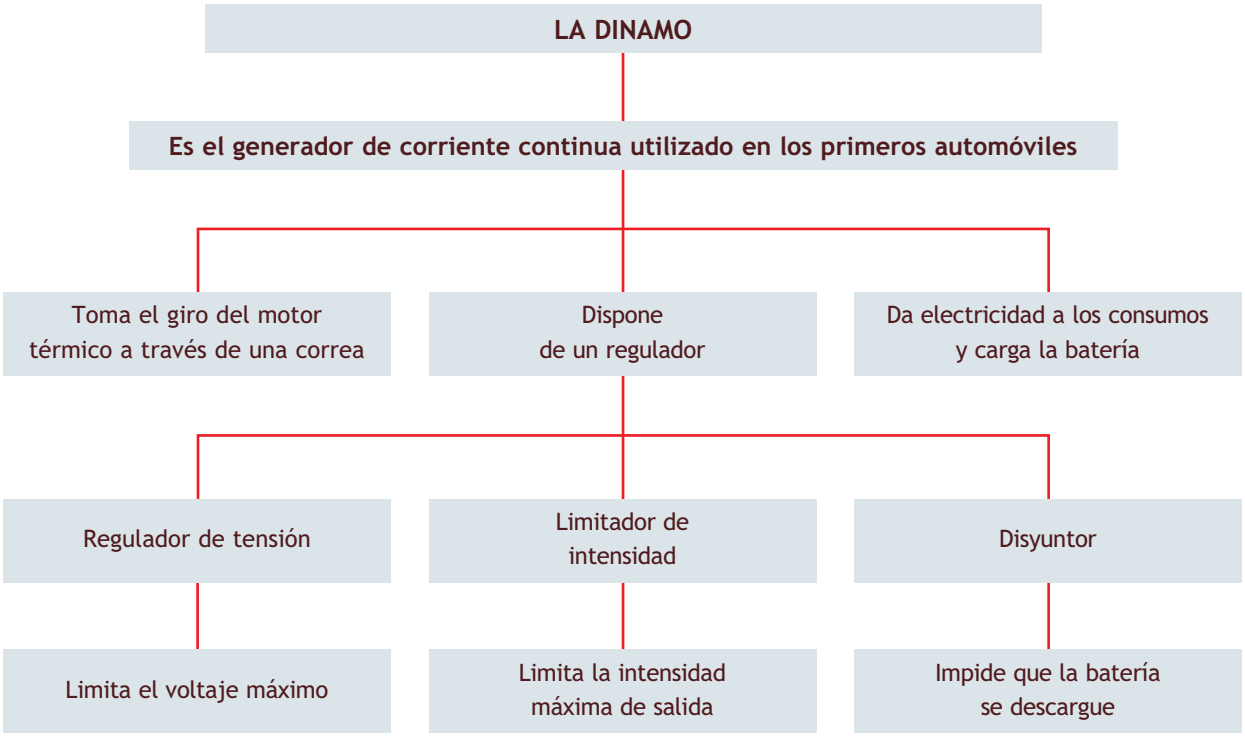
Para solucionar este problema, tensamos la correa con el tornillo de fijación que lleva para tal fin, ajustándola a la tensión que nos indica el fabricante (Figura 8.62). En caso de no encontrar dicha información, deberemos tensarla de forma que, al presionarla con la mano, no consigamos que se desvíe más de un centímetro.



8.62. Tornillo de regulación de la tensión de la correa.

La razón por la cual no se ha encendido la bombilla de falta de carga de la batería es porque la tensión facilitada por la dinamo es superior a la de tarado del regulador pero, en caso de haber muchos consumos eléctricos conectados, insuficiente para cargar la batería, razón por la cual poco a poco se va descangando la batería sin que el testigo luminoso del cuadro de instrumentos se ilumine.

Ideas clave


LA DINAMO
Es el generador de corriente continua utilizado en los primeros automóviles
Toma el giro del motor térmico a través de una correa
Dispone de un regulador
Da electricidad a los consumos y carga la batería
Regulador de tensión
Limitador de intensidad
Disyuntor
Limita el voltaje máximo
Limita la intensidad máxima de salida
Impide que la batería se descargue

ALUMBRADO DE BICICLETAS

La bicicleta, desde sus inicios, ha sido utilizada como un transporte limpio y barato. El único problema que había era la falta de iluminación para poder circular de noche.

Existen distintos sistemas de iluminación para las bicicletas, desde que se inventó la generación de electricidad con la llamada dinamo por parte de Zénoble-Theophile Gramme en 1870. A partir de aquí se fueron desarrollando hasta que en 1887 Richard Weber consiguió la primera patente de dinamo. Años más tarde fue cuando estas se empezaron a comercializar (marca Berko en 1908).

Una dinamo de bicicleta es un dispositivo mecánico que genera electricidad a partir del movimiento giratorio de la rueda de la bicicleta. Este giro de la rueda se transmite al eje de la dinamo y esta se encarga de generar electricidad.

En definitiva, en una dinamo una parte del generador rota (el rotor) y la otra permanece inmóvil (el estator). El rotor se compone de imanes permanentes de un cierto tipo y el estator se compone de bobinas de cobre. El campo magnético del rotor se transfiere a las bobinas del estator cada vez que da una vuelta entera e induce la electricidad que se vierte a través del cableado hacia un dispositivo capaz de aprovecharla, en este caso la bombilla del faro de la bicicleta.

Podemos distinguir tres tipos de dinamos para bicicletas:

- Dinamos de botella: el imán se mueve solidario con el eje de la dinamo, que en su extremo tiene la corona que se apoya sobre el neumático.
- Dinamos de buje: van incorporadas dentro del buje de la rueda delantera. La presencia de este ingenio se distingue fácilmente, ya que estos bujes son mucho mayores que los convencionales. El eje de la rueda es el eje solidario del imán.
- Alumbrado con baterías o pilas: actualmente son las más utilizadas, ya que son fáciles de instalar y muy prácticas. Normalmente, para este tipo de alumbrado se utilizan lámparas tipo led.

unidad 9

El alternador y su regulador

SUMARIO

- Función del alternador y del regulador en el automóvil
- Estudio teórico de las partes que componen un alternador
- Funcionamiento del alternador

OBJETIVOS

- Conocer la función del alternador y del regulador en los automóviles.
- Comprender la función y el funcionamiento de cada una de las partes que componen un alternador.
- Relacionar la representación simbólica con los componentes reales del alternador.
- Identificar si el funcionamiento del regulador es el correcto.

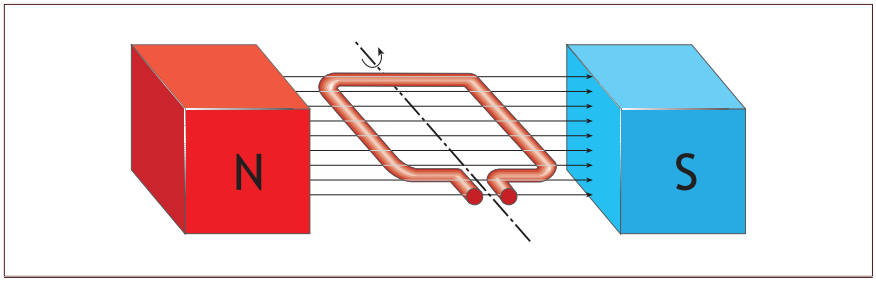
1 >> La función del alternador en el automóvil

El alternador es una máquina eléctrica que tiene por misión generar electricidad. En el automóvil, el alternador constituye uno de los elementos del **circuito de carga,** ya que se encarga de crear la electricidad necesaria para suministrarla a los distintos servicios y **cargar** la batería.

En la Figura 9.1 se muestra el aspecto exterior de un alternador de la marca Bosch.

9.1. Alternador.

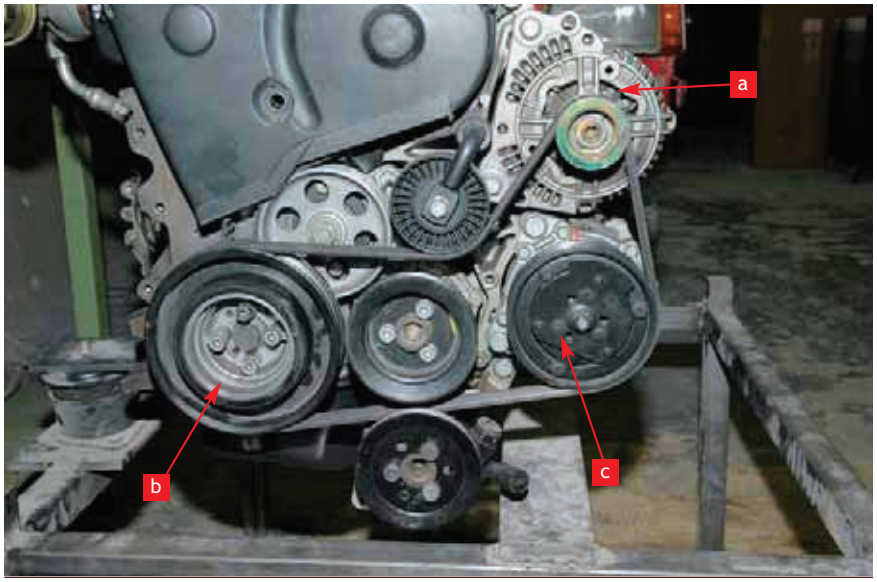
Según estudiamos en la unidad 4, para generar electricidad es necesario un campo magnético, un conductor que esté bajo la influencia del campo magnético y un movimiento relativo entre ambos, generalmente un giro (Figura 9.2).



9.2. Elementos básicos para crear electricidad.

El principio de funcionamiento del alternador se basa en que, al girar el conductor en el interior del campo magnético, corta sus líneas de fuerza y se genera electricidad en el conductor.

En el automóvil, el alternador recibe el giro del mismo motor térmico del vehículo a través de una correa. Dicha correa hace girar una polea que lleva sobre su eje el propio alternador.



9.3. Transmisión del giro desde el motor térmico hasta el alternador.

La Figura 9.3 nos muestra una transmisión del giro desde su salida del motor térmico (b) hasta la polea del alternador (a).

Cuando circulamos por carretera y se nos ilumina el testigo rojo de la batería, se debe parar automáticamente, ya que en los vehículos la correa que acciona el alternador acostumbra a accionar otros servicios.

En automóviles antiguos, la misma correa del alternador (a) accionaba la bomba de agua del sistema de refrigeración. Actualmente, en algunos automóviles —como el representado en la Figura 9.3— la correa del alternador acciona también el compresor del aire acondicionado (c). También hay modelos en los que la correa del alternador ejerce además de correa de distribución; en otros casos, la misma correa acciona la bomba de la refrigeración y la distribución, etc. En definitiva, lo habitual es que la correa no se limite a accionar solamente el alternador.

Práctica 14

Según acabamos de ver, el alternador recibe el giro directamente del cigüeñal, que es por donde sale el giro del motor térmico del vehículo. De aquí, podemos deducir fácilmente que si el motor térmico está parado no se genera electricidad en el alternador.

Esta es la razón por la cual al girar la llave de contacto se enciende una luz roja en el tablero de instrumentos con un símbolo de una batería. Esta luz nos está indicando que la batería no se está cargando o, lo que es lo mismo, que el alternador no está creando electricidad. Una vez puesto en funcionamiento el motor térmico del vehículo se debe apagar, ya que recibe el giro necesario para que el alternador pueda cargar la batería.

Actividades propuestas

1·· ¿Por qué razón resulta imprescindible que los automóviles lleven alternador?

2·· Para generar electricidad, el alternador necesita recibir un giro desde el exterior. ¿Quién es el encargado de suministrárselo?

3·· ¿En qué casos es normal que se ilumine la luz del tablero de instrumentos que nos indica que la batería no se está cargando?

4·· La correa que lleva el giro hasta el alternador acostumbra a accionar otros componentes del automóvil, ¿cuáles pueden ser estos otros componentes?

5·· ¿De qué depende que la intensidad que proporciona el alternador sea mayor o menor?

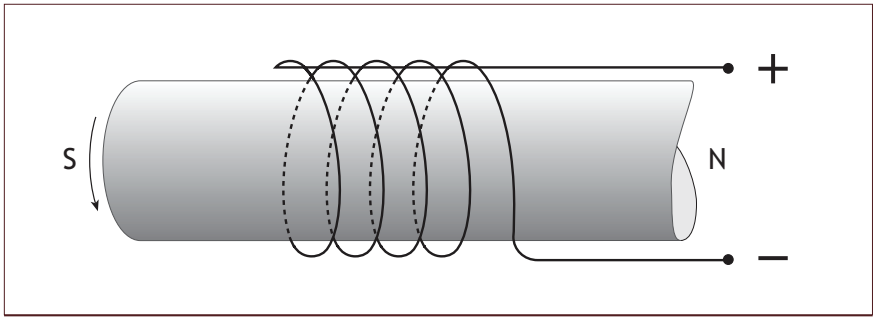
2 >> Descripción de los componentes del alternador

A diferencia de la dinamo, en el alternador las bobinas inducidas ocupan la parte exterior del alternador, constituyendo así el **estator** (estático, quieto), mientras que en la parte central nos encontramos con las bobinas inductoras o **rotor** (rotor de rotar, girar).

2.1 > Bobinas inductoras

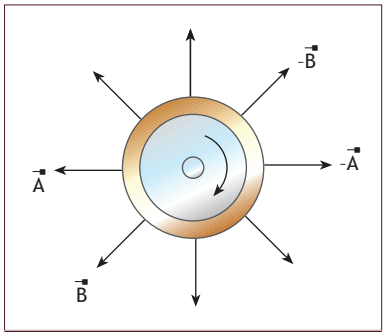
En el alternador de automóviles, igual que ocurre en la dinamo, el campo magnético necesario para generar electricidad lo proporciona un electroimán: son las denominadas bobinas inductoras. La intensidad que recorre las bobinas inductoras es conocida como **corriente de excitación** y en los esquemas eléctricos viene representada por **EXC.** Estas bobinas están enrolladas alrededor del eje con el que giran.

En la Figura 9.4 se puede apreciar el esquema eléctrico de las bobinas inductoras, donde se crea el polo sur a la izquierda y el polo norte a la derecha.



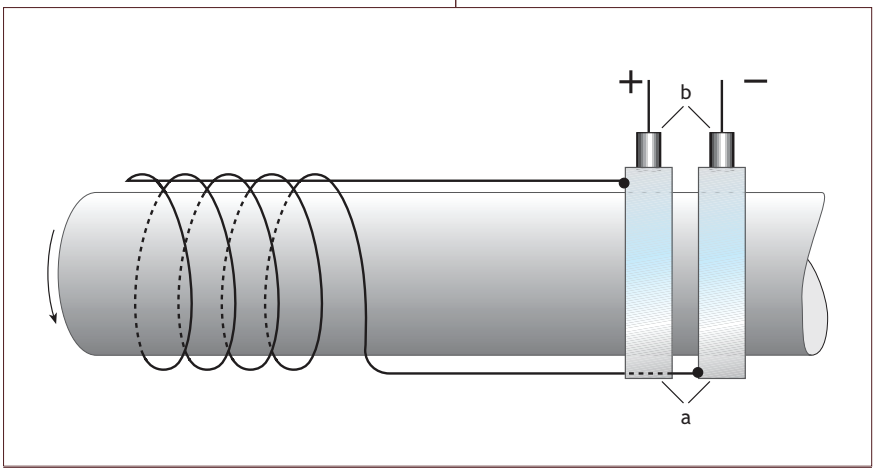
9.4. Esquema eléctrico de las bobinas inductoras.

Debido a la forma en que las bobinas inductoras están enrolladas, a pesar de que están sometidas a la fuerza centrífuga, ésta no les afecta cuando giran, ya que las fuerzas quedan compensadas según podemos apreciar en la Figura 9.5. Esta es la razón por la cual el rotor del alternador formado por las bobinas inductoras puede girar a velocidades superiores de las que podía girar el rotor de la dinamo formado por las bobinas inducidas.

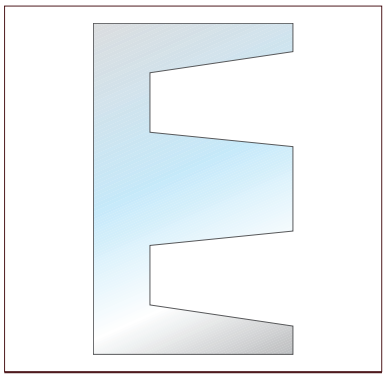


9.5. Fuerza centrífuga que aparece en las bobinas inductoras al girar.

Los extremos de las bobinas inductoras están conectados a dos anillos (a, en la Figura 9.6) por donde les llega la electricidad gracias a unas escobillas (b). De esta manera, se consigue llevar la corriente sin que los conductores de las bobinas inductoras, que están permanentemente girando, se líen y acaben rompiéndose.



9.6. Anillos conectados a los extremos de las bobinas inductoras.

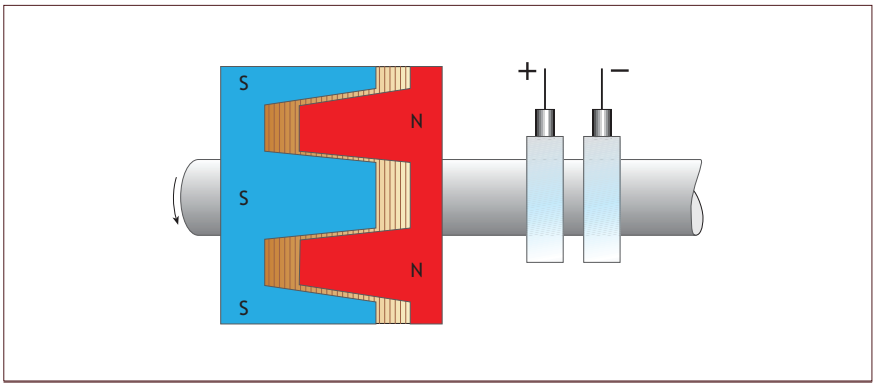


9.7. Masas polares.

Las bobinas inductoras son unos hilos conductores de cobre aislados entre sí por una capa de barniz transparente y se encuentran cubiertas por las masas polares, donde se concentran las líneas de fuerza del campo magnético que se crea en ellas.

La forma que tienen las masas polares está representada en la figura 9.7.

El alternador dispone de dos masas polares, una en la que se concentran las líneas de fuerza del polo sur del campo magnético creado y otra en la que se concentran las líneas de fuerza del polo norte. El conjunto, así formado, se representa en la figura 9.8.



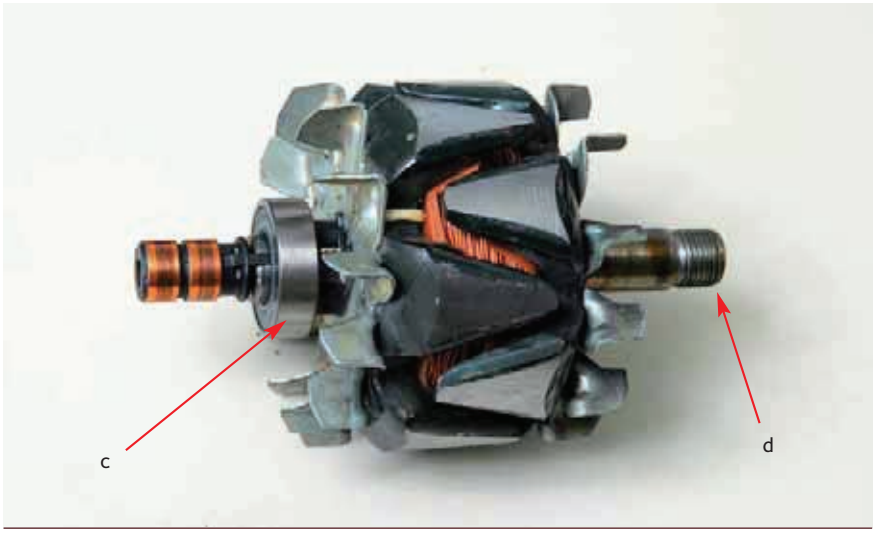
9.8. Bobinas inductoras y masas polares.

Según vemos en la figura 9.8, debido a la forma de las masas polares, quedan alternados los polos sur y norte cambiando unas 12 veces la polaridad por cada vuelta del rotor (bobinas inductoras).

En los alternadores modernos, formando parte del conjunto inductor, encontramos dos pequeños ventiladores, uno a cada lado de las masas polares (Figura 9.9). La función de estos ventiladores es crear una corriente de aire continua para refrigerar el interior del alternador del calor producido por efecto joule.

Las masas polares del rotor

En las masas polares se encuentran unos orificios practicados para efectuar el equilibrado estático y dinámico de las bobinas inductoras o rotor.



9.9. Conjunto de las bobinas inductoras BOSCH.

Vocabulario

Efecto joule: siempre que pasa intensidad a través de un hilo conductor se genera en él calor. El calor creado viene determinado por la expresión $Q = 0{,}24\ R\ I^2t$ calorías.

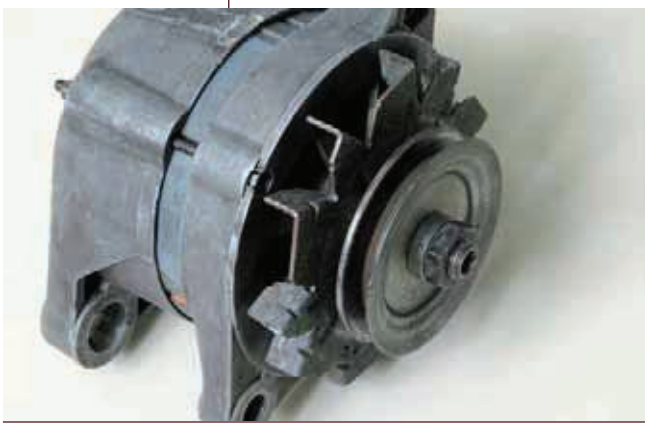
Sobre el eje de las bobinas inductoras, encontraremos un cojinete en un extremo (c). A través de este el alternador se apoya en la tapa del lado del grupo regulador y portaescobillas (Figura 9.9). Por el otro extremo encontramos una rosca (d) por donde se fija a través de una tuerca a la polea. Es por aquí por donde recibe el giro del motor térmico del vehículo.

9.10. Ventilador independiente al conjunto inductor.

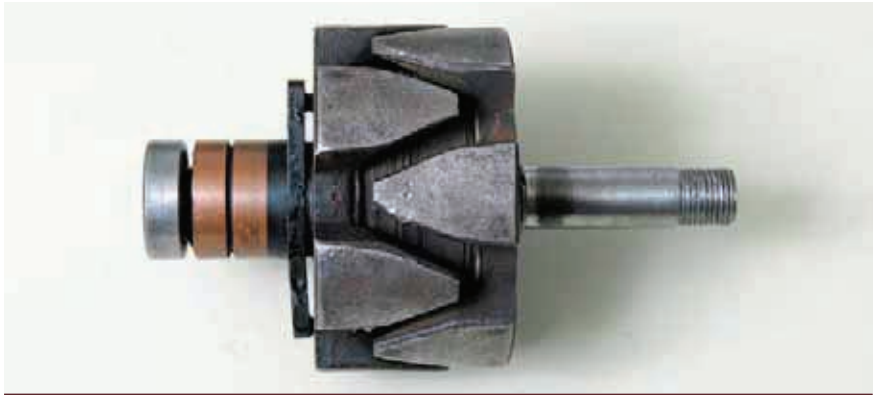
En otros modelos de alternadores, encontramos un único ventilador (Figura 9.10) colocado por la parte exterior de la carcasa según vemos en la figura 9.11.

En este caso, el conjunto inductor lleva sobre su eje una ranura donde va colocada una chaveta que permite transmitir el giro desde la polea hasta el conjunto inductor y el propio ventilador (Figura 9.12).

En el modelo representado en la figura 9.9, el cojinete que permite el apoyo sobre la tapa portaescobillas está colocado entre el ventilador y los anillos rozantes, mientras que, en el modelo representado en la figura 9.12, el cojinete se encuentra al otro lado de los anillos, quedando estos en el interior.



9.11. Alternador con ventilador exterior.



9.12. Conjunto inductor FEMSA.

Actividades propuestas

6·· ¿A qué bobinas, inducidas o inductoras, denominamos rotor en un alternador?

7·· ¿A qué denominamos corriente de excitación?

8·· ¿Cuál es el motivo por el que, a la entrada de las bobinas inductoras, nos encontramos con unos anillos en contacto permanente con unas escobillas?

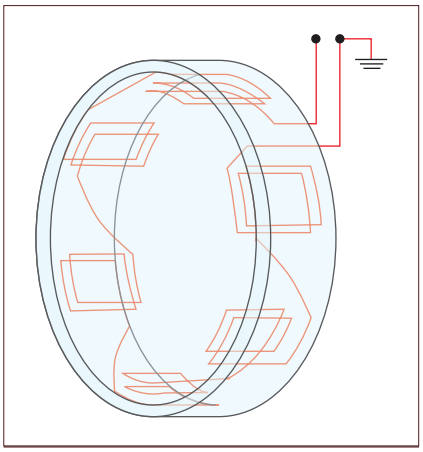
9·· ¿Por qué razón el alternador dispone de uno o dos ventiladores?

2.2 › Bobinas inducidas

Se denomina bobinas inducidas al conjunto de espiras que se encuentran afectadas por un campo magnético variable, en las cuales se genera por tanto electricidad (unidad 4).

En los alternadores de automóvil, el conjunto inducido lo componen tres bobinas, también denominadas fases, por lo que recibe el nombre de **alternador trifásico.**

Cada bobina está constituida por hilo de cobre recubierto por una capa de barniz aislante y transparente que forma un conjunto de espiras en forma de corona circular (Figura 9.13).



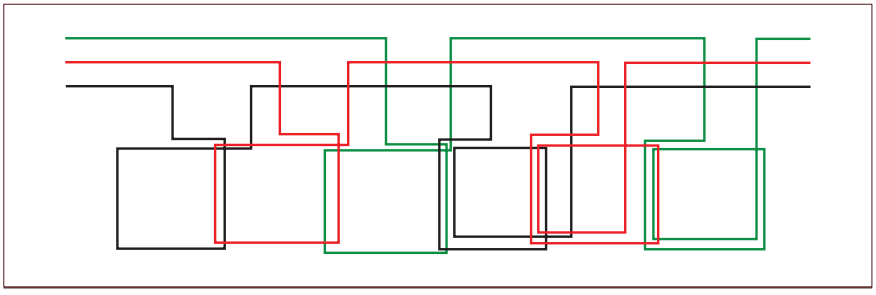
9.13. Forma de la bobina inducida.

El sentido en que está enrollada la bobina crea polos magnéticos alternativos, norte y sur, cuando la bobina inducida está proporcionando electricidad al exterior. Estos polos magnéticos creados serán tanto mayores cuanto mayor sea la intensidad que proporcione el alternador.

Los polos magnéticos creados en las bobinas inducidas cuando circula electricidad por ellas contrarrestan los polos magnéticos creados en las bobinas inductoras, quedando de este modo las bobinas inducidas bajo el efecto de un campo magnético de menor intensidad, lo que disminuye la tensión generada en el alternador y con ella la intensidad máxima de salida del mismo.

Distribución de las tres fases

Las tres bobinas inducidas están colocadas desfasadas una de las otras según podemos apreciar en la figura 9.14.



9.14. Distribución de las tres bobinas.

Dado que una vuelta corresponde a 360°, al haber tres bobinas o fases, cada una de ellas estará situada a $120° \left(\frac{360°}{3} = 120° \right)$ respecto de las otras dos bobinas. Diremos, pues, que en un alternador trifásico las bobinas están desfasadas 120°.

Trifásico

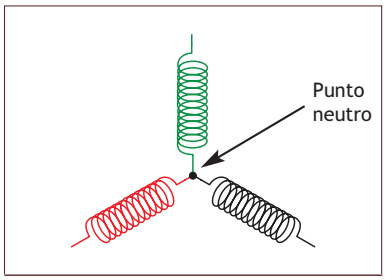
La palabra *trifásico*, que hace referencia al tipo de bobinas del estator, se puede descomponer en:

- *tri*, prefijo que significa "tres".
- *fàsico*, que significa "fases o bobinas".

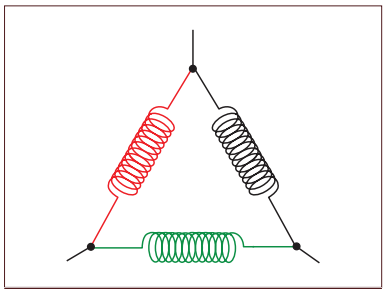
Conexión de las tres fases

Existen dos maneras de conectar los extremos de las bobinas inducidas entre sí: la conexión en estrella y la conexión en triángulo.

– **Conexión en estrella.** Las bobinas están conectadas en estrella cuando todas ellas tienen un extremo común (Figura 9.15). En este tipo de conexión, la electricidad sale al exterior a través de los tres extremos libres de las bobinas, pudiendo salir también del punto de unión común, denominado **punto neutro.**
– **Conexión en triángulo.** Decimos que las bobinas están conectadas en triángulo cuando sus extremos están conectados dos a dos (Figura 9.16). En este tipo de conexión, la electricidad sale al exterior a través de los tres puntos de unión de las bobinas.



9.15. Conexión en estrella.



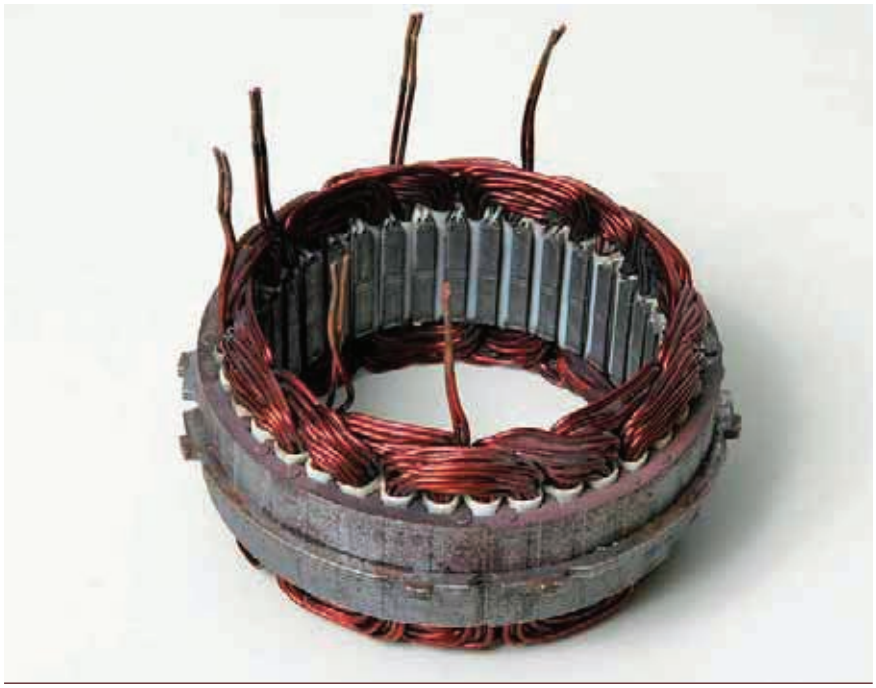
9.16. Conexión en triángulo.

Forma real de las bobinas inducidas

Las bobinas inducidas se encuentran enrolladas alrededor de una corona circular fabricada en hierro. Con ello conseguimos estabilidad en las propias bobinas a la vez que, como material ferromagnético que es, concentramos las líneas de fuerza del campo magnético creado.

Este núcleo de hierro está dividido en finas láminas aisladas entre sí para disminuir al máximo las corrientes de Foucault.

En algunos alternadores trifásicos, la conexión entre sus fases se realiza en el exterior, saliendo seis terminales de las propias bobinas, dos por bobina (Figura 9.17).

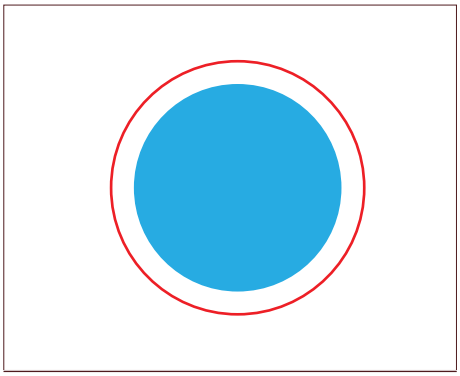


9.17. Bobinas inducidas de alternadores trifásicos con conexiones exteriores.

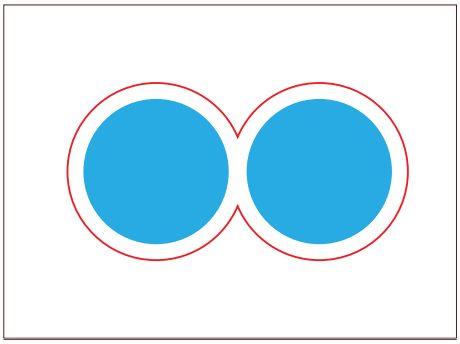
Desde hace poco, a los alternadores se les dota de seis bobinas inducidas en lugar de las tres tradicionales (Figura 9.17).

Vocabulario

Corrientes de Foucault: cuando tenemos un material ferromagnético en el interior de un campo magnético variable, se crean en el material ferromagnético unas intensidades que perjudican a los aparatos eléctricos. Estas intensidades son las denominadas corrientes de Foucault.



9.18. Un único conductor.



9.19. Dos conductores.

9.20. Bobinas inducidas de los alternadores.

La razón por la cual se colocan seis bobinas es que cada vez es mayor la demanda de intensidad en el alternador, ya que cada vez son más numerosos los consumos que se le conectan y, por el efecto joule, al aumentar la intensidad a través de un hilo conductor, aumenta mucho el calor que se produce en él.

Al colocar dos conductores, podemos conseguir una gran sección de conducción con mayor superficie que si utilizáramos un único conductor de gran sección, con lo que se podrá evacuar mejor el calor producido. En las figuras 9.18 y 9.19 podemos apreciar la relación existente entre la sección de conducción y la superficie exterior por donde se efectúa la refrigeración en los casos de un único conductor (Figura 9.18) y de dos conductores (Figura 9.19).

En otros modelos de alternador, la conexión de las tres fases se realiza en las propias bobinas. Como se aprecia en la figura 9.20, las bobinas inducidas están conectadas en estrella y por tanto se pueden identificar las tres conexiones redondas correspondientes a los extremos de las tres bobinas y una conexión cuadrada correspondiente al punto neutro.

Las conexiones exteriores de tres bobinas en triángulo

Si se tratara de una conexión en triángulo, tan solo encontraríamos tres conexiones exteriores. La conexión que no estaría sería la correspondiente al punto neutro.

Actividades propuestas

10·· ¿A qué bobinas denominamos bobinas inducidas?

11·· ¿A qué nos referimos cuando decimos que el alternador del automóvil es trifásico?

12·· Representa gráficamente la forma en que está enrollada una bobina inducida del alternador.

13·· Representa gráficamente una conexión en estrella e indica en ella cuál es su punto neutro.

2.3 > Carcasa del alternador

La carcasa del alternador está constituida por dos tapas: por una parte, la del lado de accionamiento, y por otra parte, la del lado del grupo regulador con el portaescobillas.

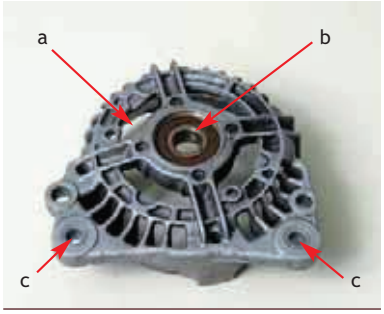
La carcasa está fabricada en fundición de aluminio y va provista de grandes orificios (a) para facilitar la circulación de aire para su refrigeración (Figuras 9.21 y 9.22).

Sobre esta carcasa se encuentran los anclajes (c) que la sujetan al motor térmico del vehículo.

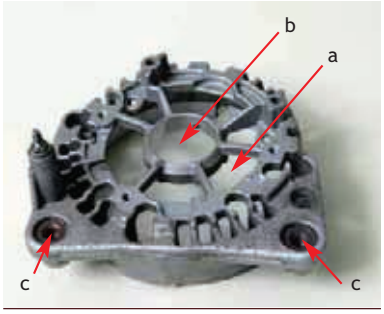
Tapa del lado de accionamiento

En su parte central, se encuentran el orificio provisto de cojinete (b) en el que se apoya el eje del conjunto inductor.

La tapa del lado de accionamiento se puede observar representada en la figura 9.21.



9.21. Tapa lado de accionamiento.



9.22. Tapa lado de los anillos.

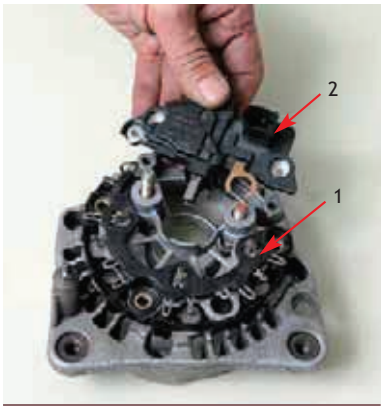
Tapa del lado del grupo regulador y anillos

En su parte central se encuentra el orificio (b) sobre el que se apoya el eje del conjunto inductor con su cojinete.

La tapa del lado del grupo regulador y los anillos está representada en la figura 9.22.

Su parte exterior sirve de alojamiento a la placa de diodos (1, que se estudiará más adelante en esta unidad) y al conjunto regulador con el portaescobillas (2, Figura 9.23).

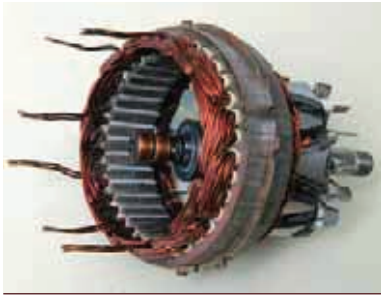
Existen alternadores en los que la placa de diodos va colocada en el interior de la carcasa (Figura 9.24), las escobillas (Figura 9.25) van fijadas en ella y el regulador va fijado al vehículo.



9.23. Tapa con la placa de diodos y el grupo regulador con el portaescobillas.

9.24. Tapa con placa de diodos interior.

9.25. Escobillas.



9.26. Bobinas inducidas y bobinas inductoras.

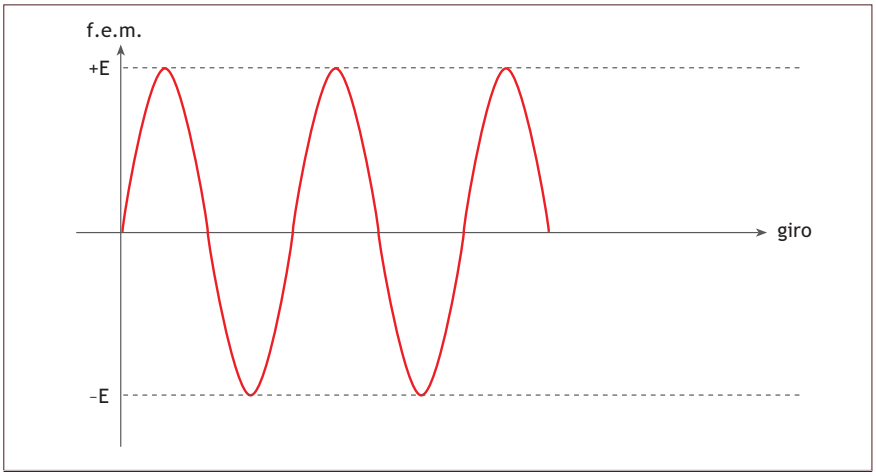
3 >> Generación de electricidad en un alternador

Una vez estudiadas la forma y las características de las bobinas inductoras y de las bobinas inducidas, pasamos a estudiar cuál es la posición relativa que ocupan cuando se encuentran en el interior del alternador (Figura 9.26).

Al girar las bobinas inductoras en el interior de las bobinas inducidas, estas se encuentran bajo la influencia de un campo magnético variable, generándose electricidad en las bobinas inducidas.

4 >> f.e.m. generada en un alternador

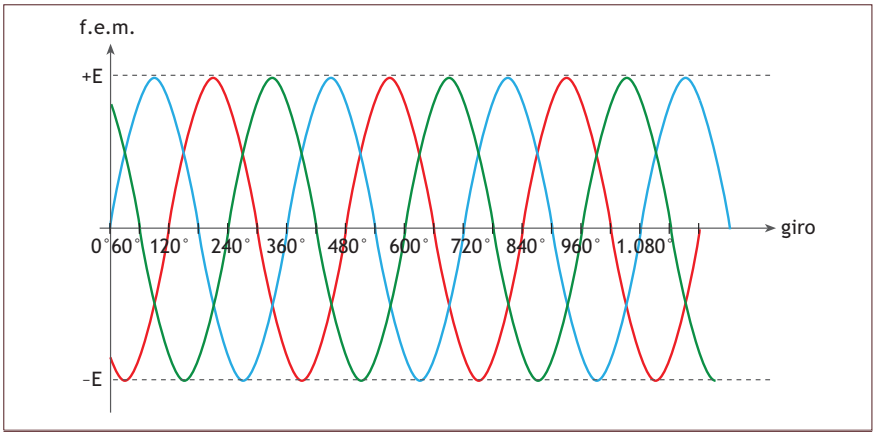
La f.e.m. generada en una fase del alternador se estudió en la unidad 4 y viene representada en la figura 9.27.



9.27. f.e.m. generada en una espira de una bobina inducida.

La f.e.m. inducida en la bobina será la resultante de las fuerzas electromotrices creadas en cada una de las de espiras que la forman.

En el caso de nuestro alternador, que es trifásico, la f.e.m. generada será igual para cada fase, pero estará desfasada 120° una respecto de la otra. En la Figura 9.28 viene representada la fe.m. generada en cada una de las tres fases.



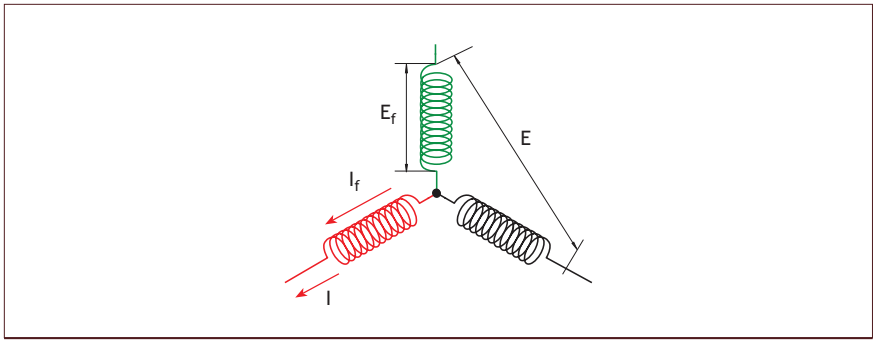
9.28. f.e.m. generada en cada fase.

5 >> Características eléctricas del alternador

Hasta aquí hemos estudiado cómo es la f.e.m. generada en cada una de las fases del alternador trifásico. Lo que vamos a estudiar a continuación es cómo serán la f.e.m., la intensidad máxima y la potencia que es capaz de desarrollar un alternador dependiendo de si sus bobinas inducidas se encuentran conectadas en estrella o si lo están en triángulo.

5.1 > Conexión en estrella

En la Figura 9.29, hemos representado el valor de la f.e.m. de cada fase como E_f y la f.e.m. de salida del alternador como E. De la misma manera, I_f será la intensidad que puede circular por una fase e I la intensidad de salida del alternador.



9.29. Conexión en estrella.

Según podemos apreciar en la Figura 9.29, la f.e.m. de salida del alternador (E) es aparentemente el doble de la f.e.m. de cada fase (E_f). La relación exacta que hay entre ambas f.e.m. es:

$$E = \sqrt{3}\, E_f$$

En cambio, la intensidad de salida del alternador (I) es la misma que la intensidad que circula por una fase (I_f), ya que entre la fase y la salida del alternador no hay ninguna conexión por donde puedan entrar o salir amperios. Luego:

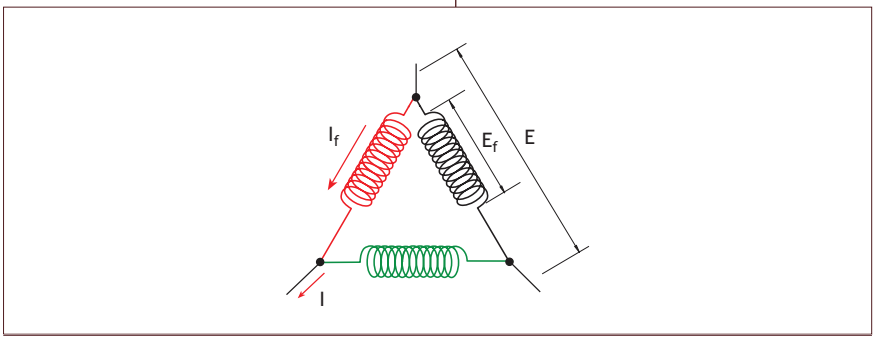
$$I = I_f$$

Para finalizar, la potencia que es capaz de desarrollar este alternador viene expresada por:

$$P = V \cdot I = E \cdot I = \sqrt{3}\, E_f \cdot I_f$$

5.2 > Conexión en triángulo

En la Figura 9.30, hemos representado el valor de la f.e.m. de cada fase como E_f y la f.e.m. de salida del alternador como E. De la misma manera, I_f será la intensidad que puede circular por una fase e I la intensidad de salida del alternador.



9.30. Conexión en triángulo.

Vocabulario

La potencia eléctrica

La potencia eléctrica estudiada en la unidad didáctica 1 nos dice que:

$$P = V \cdot I$$

Según podemos apreciar en la figura 9.30, la E es la misma que la E_f resultando la expresión matemática:

$$E = E_f$$

En cambio, la intensidad de salida del alternador (I) es aparentemente el doble de la intensidad que puede circular por una fase (I_f), ya que en cada salida del alternador hay dos bobinas conectadas. La relación exacta que existe entre ellas es:

$$I = \sqrt{3}\, I_f$$

Para finalizar, la potencia que es capaz de desarrollar este alternador se calcula como:

$$P = V \cdot I = E \cdot I = E_f \cdot \sqrt{3}\, I_f$$

5.3 > Comparación entre conexiones en estrella y en triángulo

Comparando los resultados anteriores, podemos afirmar que, partiendo de unas mismas bobinas, la f.e.m. obtenida es mayor si las conectamos en estrella que si lo hacemos en triángulo.

Así, en conexiones en estrella:

$$E = \sqrt{3}\, E_f$$

Mientras que en conexiones en triángulo:

$$E = E_f$$

Igualmente, una conexión en triángulo nos permitirá intensidades de paso mayores, de forma que, en estrella:

$$I = I_f$$

Mientras que en conexiones en triángulo:

$$I = \sqrt{3}\, I_f$$

En ambos casos, la potencia obtenida será idéntica.

$$P = \sqrt{3}\, E_f \cdot I_f$$

$$P = E_f \cdot \sqrt{3}\, I_f$$

Actividades propuestas

14·· Realiza una gráfica donde aparezca la f.e.m. generada en un alternador trifásico. Para ello, coloca en el eje de abscisas o eje horizontal el giro en fracciones de 60°.

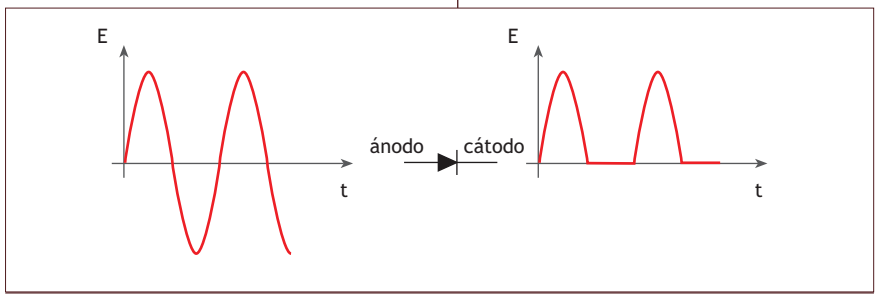
15·· Para unas mismas bobinas inducidas, ¿cómo nos dará mayor tensión un alternador, si conectamos las bobinas en estrella o si lo hacemos en triángulo?

16·· Para unas mismas bobinas inducidas, ¿qué conexión nos permitirá mayor intensidad de salida del alternador, la conexión en estrella o la conexión en triángulo?

17·· ¿Con qué conexión conseguiré mayor potencia en un alternador, con una conexión en estrella o con una conexión en triángulo?

6 >> Puente rectificador o placa de diodos

Teniendo en cuenta que la electricidad que nos proporciona el alternador es alterna y que para poder utilizarla en el automóvil necesitamos corriente continua, nuestro alternador deberá disponer de un puente rectificador que realice esta transformación.



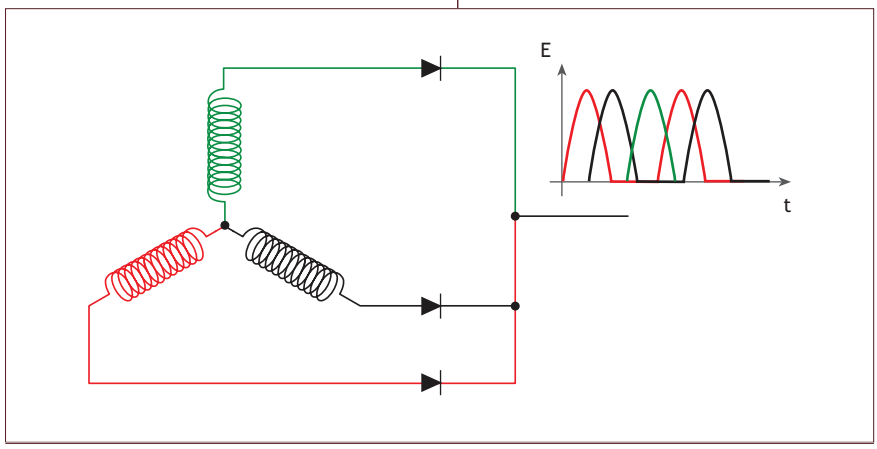
9.31. Circuito rectificador con un diodo.

Para rectificar la corriente alterna en corriente continua, utilizaremos diodos.

Empezaremos el estudio partiendo de un solo diodo (Figura 9.31).

La corriente que le llega al diodo por el ánodo es alterna y el diodo solamente deja pasar las semiondas positivas, que son las representadas a la salida del diodo (cátodo).

Al disponer nuestro alternador de tres fases o bobinas, deberemos tener un diodo para cada bobina (Figura 9.32)

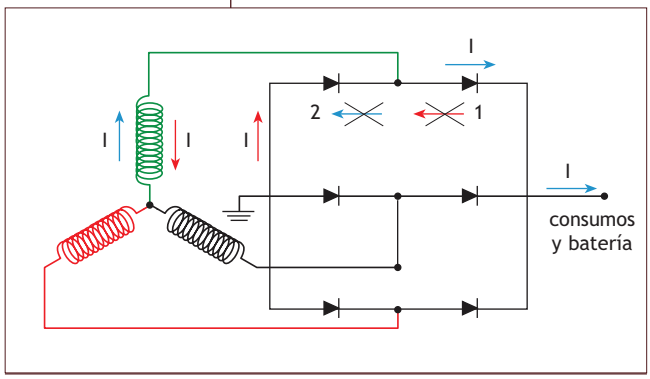


9.32. Circuito rectificador con un diodo en cada fase.

Para conseguir una rectificación completa, se colocan dos diodos en paralelo y en sentido contrario uno de otro en cada fase, por lo que se necesitan como mínimo seis diodos para realizar la rectificación completa de las bobinas inducidas (Figura 9.33).

Cuando la corriente generada en el inducido tiene el sentido de la flecha azul (Figura 9.33), al llegar al puente de diodos no puede atravesar el diodo 2 pero sí el 1, pudiendo ir la intensidad hacia los consumos y a cargar la batería.

En cambio, cuando la corriente generada en el inducido tiene el sentido de la flecha roja (Figura 9.33), al llegar intensidad al puente de diodos no puede cruzar el diodo 1 pero sí el 2.

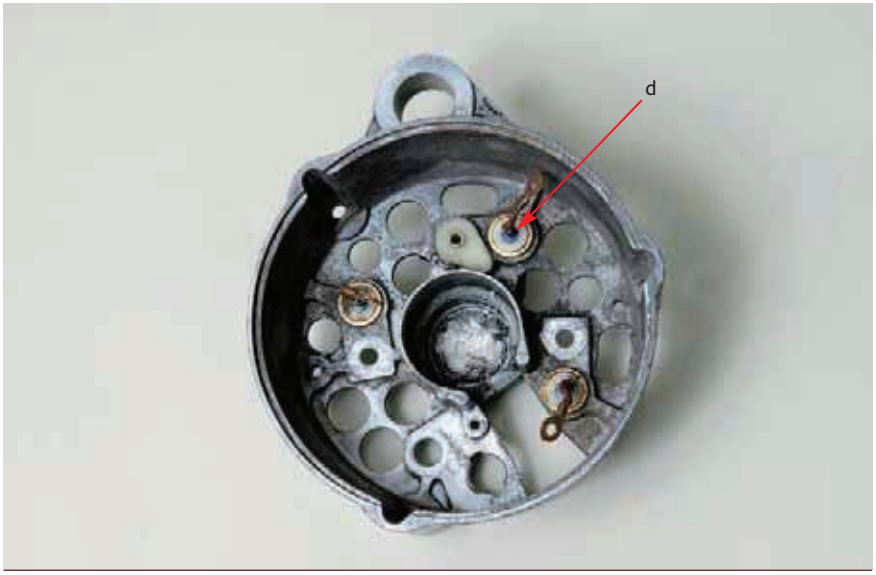


9.33. Puente rectificador hexadiodo.

Tanto en el recorrido de la intensidad según el sentido de la flecha azul como en el recorrido de la intensidad correspondiente a la flecha roja, el sentido de la intensidad que sale hacia los consumos y a cargar la batería es siempre el mismo: hemos conseguido rectificar la corriente.

Esta misma explicación es análoga en el caso de cada una de las otras dos fases del inducido y el resultado sería el mismo.

Al conjunto de seis diodos es a lo que se le denomina puente rectificador o placa de diodos. En este caso se denomina puente hexadiodo (seis diodos).



9.34. Tres diodos en la tapa posterior del alternador conectados a masa.

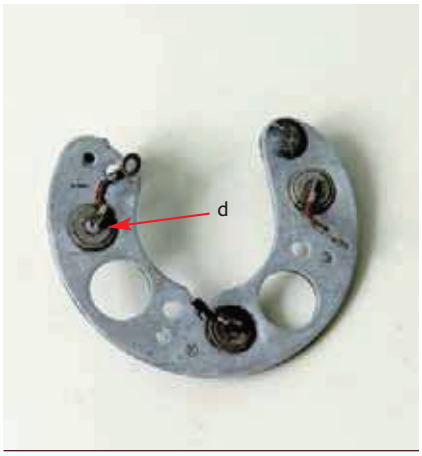
Vocabulario

Los diodos: conviene recordar que los diodos son unos componentes electrónicos que tienen como característica de funcionamiento el hecho de dejar pasar la electricidad cuando se encuentran polarizados directamente y no hacerlo cuando se encuentran polarizados inversamente.

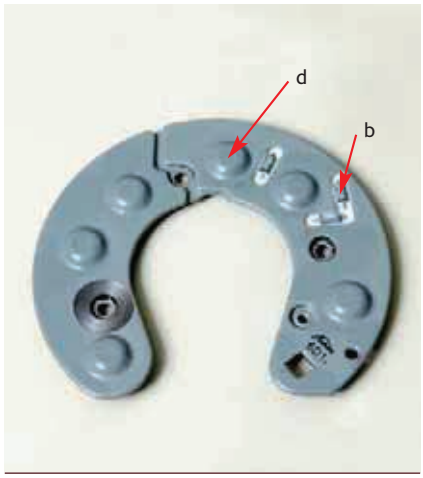
Son varias las soluciones adoptadas en los distintos modelos de alternador para construir el puente rectificador o placa de diodos. Algunos colocan tres diodos (d) en la tapa del alternador, que se corresponden con los diodos conectados a masa (Figura 9.34).

Los tres restantes (d) se colocan por donde saldrá la electricidad al exterior (positivo del alternador) en una placa de diodos en forma de herradura (Figura 9.35).

Otros modelos disponen de nueve diodos rectificadores (puente nanodiodo) colocados sobre una placa de diodos o puente rectificador en el que se pueden apreciar seis diodos con forma redondeada (d) y tres de menor tamaño y en forma cilíndrica (b). Por un lado de la placa se encuentra su conexión a masa y por el otro las salidas de positivo hacia el exterior (Figura 9.36). En estas placas, los diodos no se pueden cambiar, sino que, en caso de avería, hay que cambiar toda la placa.

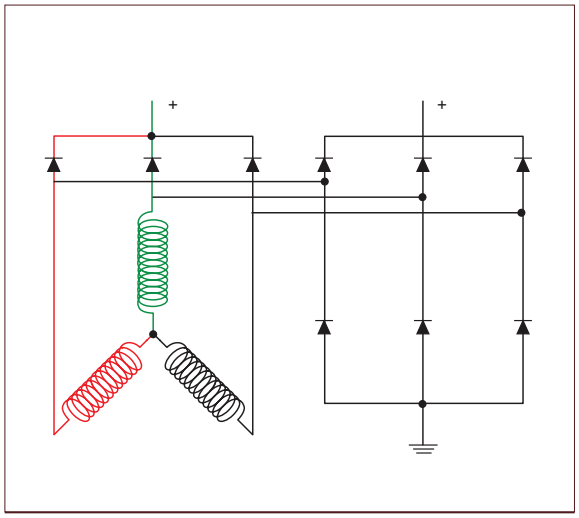


9.35. Tres diodos en la placa de diodos salida del positivo del alternador.



9.36. Placa de diodos con nueve diodos.

La ventaja que presenta el puente rectificador nanodiodo radica en que admite mayores intensidades de salida del alternador. Un esquema de un circuito con un puente rectificador nanodiodo aparece representado en la Figura 9.37.



9.37. Esquema eléctrico de un puente rectificador nanodiodo.

Otros modelos de alternador de fabricación reciente tienen los diodos parecidos a los explicados en primer lugar, donde se pueden apreciar claramente cada uno de ellos (Figura 9.38 y 9.39).

En este caso, los seis diodos (d) se encuentran sobre el mismo soporte en dos niveles diferentes (Figura 9.38).

9.38. Diodos utilizados en alternadores de fabricación reciente.

9.39. Vista exterior de los diodos.

Actividades propuestas

18·· ¿A qué denominamos rectificar la corriente?

19·· ¿Por qué es necesario colocar un puente rectificador en el alternador?

20·· ¿Por qué otro nombre se conoce al puente rectificador? ¿Qué elementos lo constituyen?

21·· ¿Cuántos diodos constituyen un puente hexadiodo? ¿Y uno nanodiodo?

22·· En cuanto al puente rectificador nanodiodo:

a) Represéntalo según su forma real.
b) Representa su esquema eléctrico.

7 >> El regulador

Al iniciar la presente unidad didáctica, hemos comentado que el giro lo toma el alternador del propio motor térmico del vehículo y, como este giro no es constante, tampoco lo es la f.e.m. generada en el alternador.

Si se utiliza directamente la tensión tal y como sale del alternador, se pueden tener uno de los siguientes problemas:

– O bien los consumos no funcionan o lo hacen mal. Es el caso en el que la tensión es inferior a la establecida por el fabricante.
– O bien pueden quedar destruidos los consumos. Este es el caso de tensiones superiores a las establecidas por el fabricante.

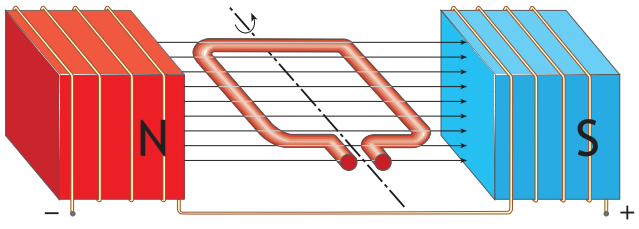
El regulador es un elemento que siempre debe acompañar a los alternadores en los automóviles, ya que es el encargado de mantener constante la tensión generada por el alternador para que pueda ser utilizada en el automóvil.

En las dinamos, generador utilizado antiguamente en los automóviles, el regulador debía cumplir tres funciones:

– Limitar la tensión máxima.
– Evitar que la batería se descargara a través de la dinamo cuando la tensión generada fuera inferior a la de la batería.
– Limitar la intensidad de salida hacia los consumos.

En cambio, **el regulador del alternador tan solo debe limitar la tensión máxima al valor establecido por el fabricante,** ya que, por un lado, los diodos evitan el paso de la electricidad desde la batería hacia el alternador impidiendo que se descargue a través de él y, por otro lado, la forma en que están enrolladas las bobinas inducidas crea, cuando pasa por ellas intensidad, un campo magnético que limita el campo magnético originado en las bobinas inductoras, haciendo innecesaria la presencia de un regulador de intensidad.

Para obtener electricidad, necesitamos un campo magnético, un conjunto de espiras y un giro que dé un movimiento relativo entre ambos para que las espiras corten las líneas de fuerza del campo magnético (Figura 9.40).



9.40. Bobinas inducidas, inductoras y giro.

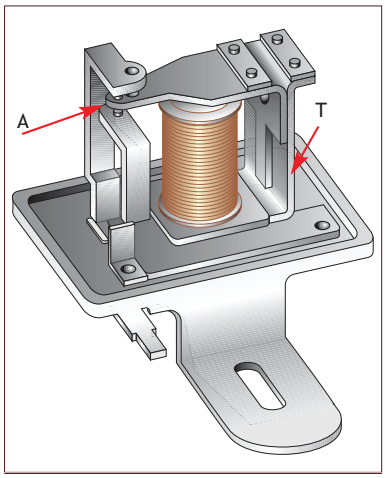
Para mantener la tensión del alternador dentro de los márgenes establecidos, el regulador solo podrá actuar sobre la intensidad del campo magnético, puesto que, una vez construido el alternador, no podemos actuar sobre el número de espiras de las bobinas inducidas ni de las bobinas inductoras. Esto lo hace modificando la intensidad que circula por las bobinas inductoras, ya sea disminuyendo o anulándola.

Tipos de reguladores

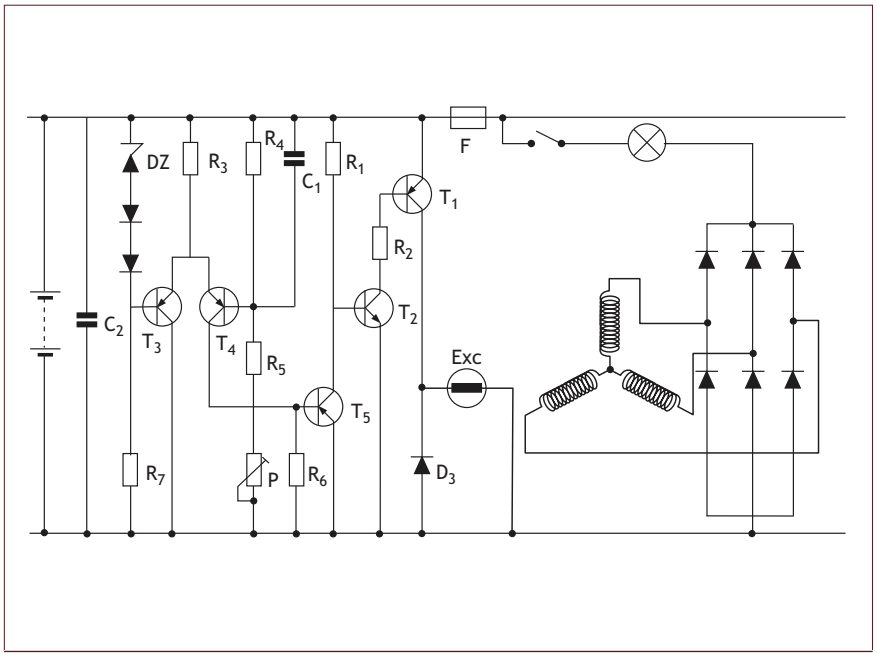
A lo largo del tiempo, los reguladores de alternador han ido variando de forma y componentes. Así, por ejemplo, los primeros reguladores estaban formados por una o dos bobinas que accionaban interruptores mecánicos. La forma que tenía el regulador con bobina se representa en la Figura 9.41.

La regulación de la tensión se obtenía actuando sobre el tornillo (t), el cual actuaba directamente sobre la presión del muelle que mantenía cerrados los contactos (a).

Los reguladores electromagnéticos tenían distintos problemas: por un lado, la aparición de chispas en cada obertura y cierre de los contactos debido a las corrientes autoinducidas, lo cual producía un desgaste importante en ellos; por otro, existía también un cierto retraso entre el momento en que había que cortar o disminuir la corriente de las inductoras y el momento en que realmente se hacía; finalmente, también había que ir comprobando y ajustando la tensión del muelle.



9.41. Regulador electromagnético.



9.42. Regulador transistorizado. Esquema eléctrico.

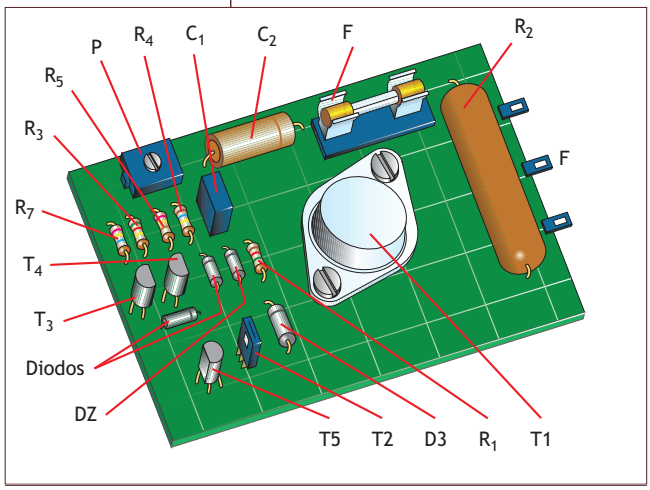
Regulador electromagnético de dos bobinas

Cuando el regulador disponía de dos bobinas, una de ellas era el regulador de tensión y la otra actuaba de disyuntor anulando la tensión inversa a que estaban sometidos los diodos cuando el alternador no estaba generando electricidad.

Por todo ello, los reguladores electromagnéticos fueron sustituidos por reguladores con componentes electrónicos, haciendo desaparecer los contactos y, con ellos, todos los problemas que acarreaban.

Un ejemplo de circuito eléctrico de un regulador transistorizado es el representado en la Figura 9.42.

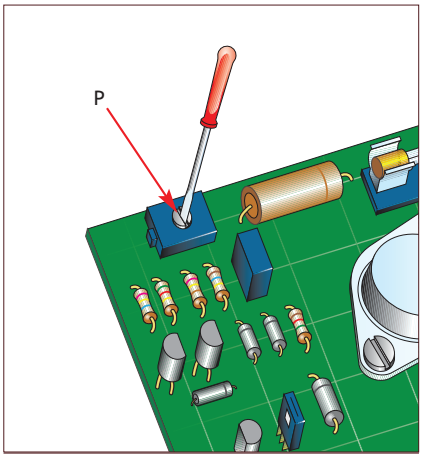
En la Figura 9.43, podemos apreciar la placa del regulador transistorizado con sus componentes incorporados.



9.43. Regulador transistorizado. Componentes electrónicos.

Refrigeración por aire

La función de las aletas metálicas en la base del regulador electrónico integrado es similar a las aletas del bloque que disponen los motores refrigerados por aire, por ejemplo en las motocicleta.



9.44. Regulación de la tensión de disparo del diodo zener.

En este regulador, la limitación de la tensión se efectúa actuando sobre el potenciómetro o resistencia variable (P), que modifica la tensión de disparo del diodo zener DZ. En la Figura 9.44, podemos apreciar la forma en que se efectúa esta regulación.

En la actualidad, los reguladores han ido disminuyendo su tamaño gracias a la incorporación de circuitos electrónicos integrados y han sido incorporados en el propio alternador formando un conjunto compacto con las escobillas.

En la Figura 9.45 vemos un conjunto regulador con las escobillas.

El regulador se calienta debido a las intensidades de paso que lo atraviesan. Por esta razón, vemos en la Figura 9.46 unas pequeñas aletas metálicas que aumentan la superficie de contacto de las partes calientes del regulador con el aire y de este modo se refrigeran sus componentes electrónicos con mayor rapidez.

En este tipo de reguladores no se puede ajustar la tensión, razón por la cual, en caso de cualquier desajuste se debe cambiar el conjunto.

9.45. Regulador electrónico integrado.

9.46. Refrigeración por aletas del regulador electrónico integrado.

Actividades propuestas

23·· ¿Qué variable es la que tiene que limitar el regulador del alternador?

24·· En un alternador, ¿por qué no hace falta un disyuntor como ocurría en la dinamo?

25·· ¿Y por qué no hace falta un regulador de intensidad?

26·· ¿Sobre qué parte del regulador electromagnético se actuaba para ajustar la tensión?

27·· ¿Sobre qué parte del regulador electrónico se actuaba para ajustar la tensión?

28·· ¿Cómo se ajusta la tensión en un regulador electrónico integrado?

8 >> Intensidad de preexcitación y autoexcitación en el alternador

La intensidad de excitación que deben recibir las bobinas inductoras es tomada de distinto lugar dependiendo de si el motor térmico está parado, fase de preexcitación, o funcionando, fase de autoexcitación.

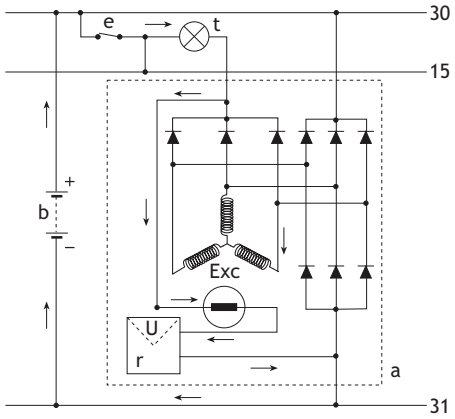
8.1 > Fase de preexcitación

La fase de preexcitación corresponde al momento en el que el motor térmico del vehículo está parado y, por tanto, el alternador no está generando electricidad.

Dado que el magnetismo remanente de las masas polares es insuficiente, deberemos hacer llegar electricidad desde la batería para crear el campo magnético necesario en las bobinas inductoras y que las bobinas inducidas puedan generar electricidad.

En la figura 9.47 podemos ver el esquema en el que está representado el circuito que permite llevar la corriente de excitación desde la batería (b) hasta las bobinas inductoras (EXC).

Cuando el conductor cierra la llave de contacto (e), la electricidad pasa a través del testigo luminoso del *tablier* (t) (este testigo va provisto de un símbolo de una batería y es de color rojo) iluminándolo para, a continuación, llegar a las bobinas inductoras (EXC), pasar por el regulador y desde allí volver a la batería a través de la masa del vehículo.



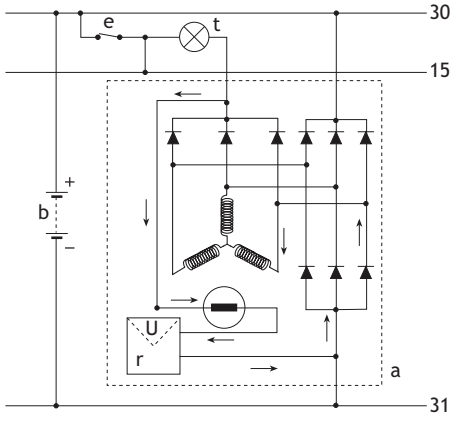
a Conjunto del alternador (inducidas e inductoras), puente rectificador y regulador
b Batería
e Llave de contacto
t Testigo luminoso del cuadro de instrumentos
r Regulador
30 Línea de positivo directo de batería
15 Línea de positivo con la llave de contacto accionada
31 Línea de masa

9.47. Circuito de preexcitación.

8.2 > Fase de autoexcitación

La fase de autoexcitación corresponde al momento en el que el motor térmico del vehículo está girando y, por tanto, el alternador ya está generando electricidad. En esta fase, la intensidad de excitación la toman las bobinas inductoras de la salida de las bobinas inducidas.

En la figura 9.48 podemos ver el esquema en el que está representado el circuito que permite llevar la corriente de excitación desde las bobinas inducidas hasta las bobinas inductoras (EXC).



a Conjunto del alternador (inducidas e inductoras), puente rectificador y regulador
b Batería
e Llave de contacto
t Testigo luminoso del cuadro de instrumentos
r Regulador
30 Línea de positivo directo de batería
15 Línea de positivo con la llave de contacto accionada
31 Línea de masa

9.48. Circuito de autoexcitación.

Cuando el motor térmico se pone en funcionamiento, la electricidad generada en las bobinas inducidas pasa a través del puente de diodos y de allí hacia las bobinas inductoras (EXC), de donde sale hacia el regulador (r) para dirigirse nuevamente al puente de diodos cerrando el circuito en las bobinas inducidas.

En esta fase, el testigo luminoso (t) se apaga, ya que la tensión que recibe por ambos lados es de 12 V y, al no existir diferencia de potencial entre sus extremos, no circula intensidad a través suyo.

9 >> Comparación entre el alternador y la dinamo

Al principio, los automóviles venían equipados con dinamos para generar electricidad, ya que el tipo de corriente que utilizan los automóviles es corriente continua y las dinamos proporcionan este tipo de corriente. No obstante, la dinamo de automóvil tenía una serie de limitaciones como son:

– No generaba suficiente tensión para ser utilizada a velocidad de ralentí y no se podía aumentar la velocidad de giro del rotor, ya que las fuerzas centrífugas sobre las bobinas inducidas podían hacerlas salir despedidas de las ranuras sobre las que se encontraban.
– La rectificación de la corriente se realizaba en el conjunto colector-escobillas, con los consiguientes problemas de chispas en cada paso de las escobillas de una delga a la de al lado y el correspondiente desgaste del colector.
– El conjunto dinamo y regulador ocupaba un espacio y un peso superior al que ocupa y pesa el alternador con su regulador.

El alternador vino a solucionar las limitaciones que presentaba la dinamo:

– Se aumentó el número de polos por cada vuelta del rotor gracias a la forma que presenta el conjunto inductor, pudiendo ser utilizada la tensión obtenida por él a velocidad de ralentí.
– Se pudo incrementar el número de revoluciones del rotor, ya que la fuerza centrífuga prácticamente no afecta a las bobinas inductoras por la dirección en que están enrolladas.
– En el momento en que los materiales semiconductores pudieron ser utilizados en los automóviles, se consiguió rectificar la corriente de manera sencilla y segura con un puente de diodos sin necesidad de hacerlo en el conjunto colector-escobillas, desapareciendo así las chispas.
– El espacio y el peso del conjunto alternador-regulador es inferior al que presentaba el conjunto dinamo-regulador, más aún desde que se han incorporado los reguladores electrónicos integrados en el alternador.

En la actualidad todos los automóviles llevan incorporado un alternador al que cada vez se le exige mayor intensidad.

Vocabulario

Rectificar la corriente: implica pasarla de corriente alterna a corriente continua.

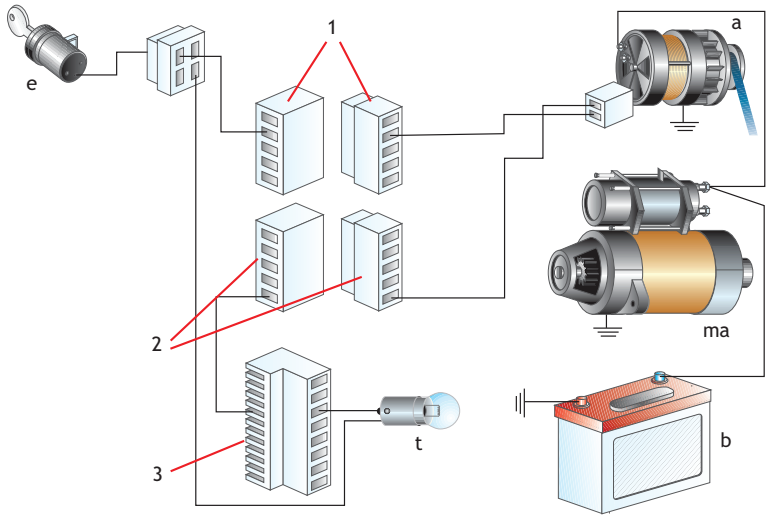
Actividades propuestas

29·· Explica tres ventajas del alternador frente a la dinamo.

10 >> Precauciones al actuar sobre el circuito de carga

El circuito de carga lo componen el conjunto del alternador, el regulador, la luz testigo de carga de batería y la propia batería.

En la figura 9.49 aparecen representados todos los componentes del circuito de carga conexionados entre sí con cables y conectores.



a	Alternador
b	Batería
e	Llave de contacto
t	Testigo luminoso de carga de la batería
ma	Motor de arranque
1 y 2	Conectores situados en la zona del motor
3	Conector situado en el cuadro de instrumentos

9.49. Circuito de carga.

Cuando trabajemos sobre el vehículo, a fin de no perjudicar al circuito de carga, deberemos:

– Tener cuidado de no derramar líquidos refrigerantes o lubricantes sobre el alternador ya que si entrasen por las ranuras de ventilación del mismo provocarían cortocircuitos en él.
– Desconectar previamente el alternador cuando vayamos a realizar alguna soldadura eléctrica en cualquier parte del vehículo.

No desconectaremos el alternador del circuito sin haber antes:

– Parado el motor térmico del vehículo.
– Tocado cualquier parte metálica del vehículo para descargarnos de la posible electricidad estática que podamos tener.
– Desconectado el cable de masa (–) de la batería.

Al volver a conectar el alternador:

– Nos fijaremos en no invertir las polaridades.

Actividades propuestas

30·· ¿Qué crees que pasaría si se fundiera el testigo luminoso de carga de batería? ¿Qué problema acarrearía en el circuito de carga?

Actividades finales

1·· ¿Cómo deberemos actuar si, circulando por autopista, se nos ilumina el testigo rojo que nos indica que la batería no se está cargando?

2·· ¿Por qué es necesaria la presencia de un alternador en los automóviles?

3·· ¿Cuál es el motivo por el que el rotor del alternador puede girar a mayor velocidad que el rotor de la dinamo?

4·· ¿A qué parte del alternador van conectados eléctricamente los anillos?

5·· El ventilador o los ventiladores que están situados sobre el eje del conjunto inductor deben refrigerar el interior del alternador del calor producido en él por el efecto joule.

a) ¿Tiene siempre el mismo valor el calor producido?
b) En el caso de que el calor no tenga un valor constante, ¿de qué variables depende?

6·· En un alternador de automóvil, ¿podemos encontrarnos con el conjunto inductor constituido por imanes permanentes?

7·· ¿Cuántos diodos nos podemos encontrar en un puente rectificador?

8·· Indica si las afirmaciones siguientes son o no correctas:

a) El alternador es el elemento encargado de poner en funcionamiento el motor térmico del vehículo.

b) La tensión generada en el alternador depende de tres variables: la intensidad del campo magnético, el número de espiras de las bobinas inducidas y la velocidad de giro de las bobinas inductoras.

c) Para conseguir un giro, el alternador necesita dos campos magnéticos, uno en las bobinas inducidas y el otro en las bobinas inductoras.

d) En el alternador no es necesario el disyuntor, ya que el puente de diodos impide que la batería se descargue a través de él.

e) La función del alternador es la de suministrar electricidad.

f) El mecanismo encargado de transformar la corriente continua que produce el alternador en corriente alterna es el puente o placa de diodos.

g) Las tres fases que encontramos en el inducido del alternador son las que nos dan el nombre de alternador trifásico.

h) Las tres fases que encontramos en el inducido del alternador pueden estar conectadas entre ellas en estrella o en triángulo.

i) Rectificar la corriente es lo mismo que limitar la intensidad que sale del alternador.

j) En un alternador trifásico conexionado en estrella, la tensión que da a la salida es $\sqrt{3}$ por la tensión que nos da una fase.

k) En el alternador, las escobillas son los elementos necesarios para hacer llegar la electricidad a las bobinas inductoras.

l) La electricidad que necesita el alternador para iniciar su funcionamiento es facilitada por la batería.

ll) Cuando son cuatro los extremos de las bobinas inducidas del alternador, podemos asegurar que su conexión interna es en triángulo.

m) En un alternador, compensamos la variación de rpm de las bobinas inductoras variando la intensidad que circula por las bobinas inducidas.

Caso final

El regulador nos está dando problemas

•• Nos encontramos delante de dos automóviles provistos de alternador con regulador incorporado.

En uno de ellos, las lámparas de los distintos circuitos se funden con una frecuencia poco habitual.

En el otro, la batería se ha quedado sin líquido.

¿Cuáles son los motivos que producen estos desajuste?

Solución ••

- En el caso en el que las lámparas se funden con demasiada facilidad, debemos pensar que el motivo es común para todas ellas y, por tanto, ajeno a la propia lámpara.

  Lo que recibe la lámpara desde el exterior es un voltaje que le facilita el alternador siempre que el motor térmico está en funcionamiento. Las lámparas se fundirán cuando el voltaje que les llegue sea superior al de funcionamiento.

  Sabemos que la tensión del alternador varía en función del número de revoluciones a las que gira el motor térmico, por tanto, el alternador en sí no es el responsable del desajuste. El elemento encargado de mantener el voltaje entre los márgenes establecidos por el fabricante es el regulador. Será, pues, este el que nos está ocasionando el problema.
  Al tratarse de un alternador con regulador incorporado, debemos pensar que se trata de un regulador electrónico integrado, razón por la cual no admite ni regulación ni reparación. Deberemos, pues, cambiarlo por uno nuevo con idénticas características.

- En el segundo caso, en el que la batería es la que ha perdido el líquido que contiene en su interior, deberemos comprobar que el recipiente que la contiene no se haya roto y sea este el motivo de la pérdida de líquido.

  Una vez comprobado que el recipiente se encuentra en perfectas condiciones, deberemos pensar en otra causa.

En la unidad 11 estudiaremos con detalle la batería. De momento será suficiente con saber que a las baterías de los automóviles, cuando se les hace la revisión anual, se les añade agua destilada, ya que, durante el proceso de carga, se va descomponiendo el agua, que es uno de los componentes del líquido que se encuentra en su interior, en hidrógeno y oxígeno y, al ser gases, se van a la atmósfera disminuyendo así el nivel del líquido del interior de la misma.

Así pues, ya sabemos un motivo por el que el nivel del líquido disminuye.

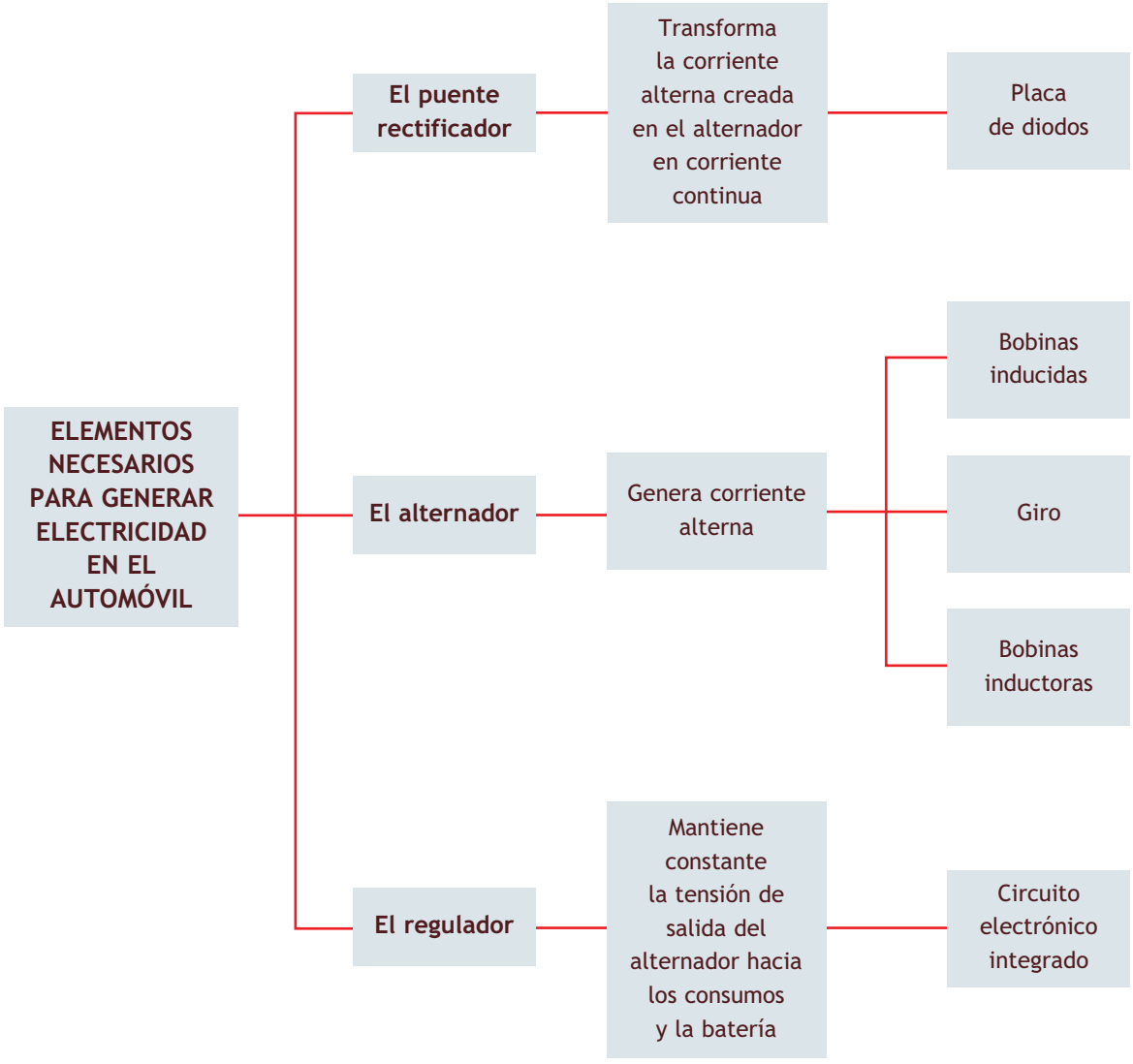
La disminución de nivel en un funcionamiento normal es sensible, pero no causa nunca una desaparición total del líquido.

Deberemos pensar, pues, que si la batería pierde líquido cuando se carga —y en nuestro caso lo ha perdido todo— significa que ha cargado demasiado deprisa.

Solo hay una manera de cargar demasiado deprisa y es que se realice la carga a una tensión superior a la indicada por el fabricante.

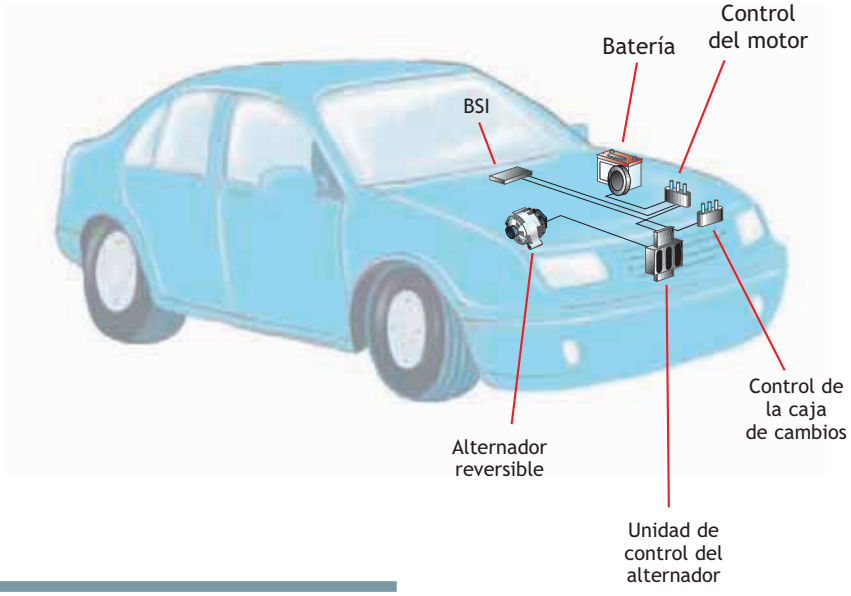
Así pues, también en este caso deberemos buscar el motivo de dicha anomalía en el regulador y también aquí deberemos sustituirlo.

Ideas clave


ELEMENTOS NECESARIOS PARA GENERAR ELECTRICIDAD EN EL AUTOMÓVIL
El puente rectificador
Transforma la corriente alterna creada en el alternador en corriente continua
Placa de diodos
El alternador
Genera corriente alterna
Bobinas inducidas
Giro
Bobinas inductoras
El regulador
Mantiene constante la tensión de salida del alternador hacia los consumos y la batería
Circuito electrónico integrado

ÚLTIMAS TECNOLOGÍAS EN ALTERNADORES

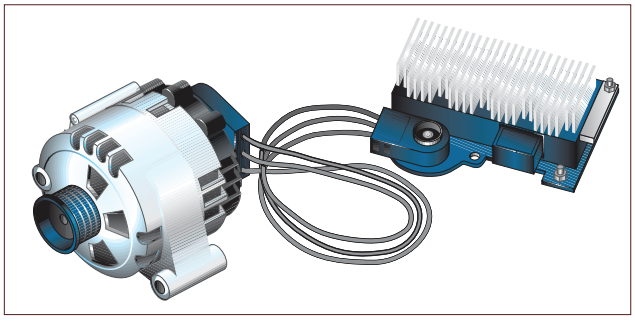
Cada vez es más importante la fabricación de automóviles que respeten el medio ambiente y proporcionen al conductor el máximo confort. La función E-Start consiste en la utilización de un alternador que se ha hecho reversible mediante la incorporación de una electrónica de mando y de potencia, así como de una caja electrónica que establece la estrategia a partir de los parámetros del vehículo, su velocidad y la posición del pedal de embrague y de la palanca de cambio.



¿Como funciona este sistema?

En el primer arranque, el conductor gira la llave de contacto de la misma manera que en un vehículo clásico. El alternador funciona entonces como motor eléctrico y arranca el motor térmico. Una vez que este último ya está en marcha, el alternador recupera su primera función y genera la energía eléctrica que necesite el equipamiento del vehículo.

Cuando se cumplen las condiciones (velocidad del vehículo igual a cero y pedal de embrague levantado), el control electrónico detiene el motor para eliminar las emisiones contaminantes inútiles, suprimir el ruido y mejorar el confort de los pasajeros.



En cuanto el control electrónico detecta una orden del conductor (pedal de embrague pisado e introducción de la primera velocidad), el alternador se vuelve a convertir en motor eléctrico, arrancando el motor térmico.

Los arranques son particularmente rápidos y silenciosos, a consecuencia de la desaparición del ruido del motor de arranque y del piñón de arrastre.

Hasta que el motor no haya alcanzado su temperatura idónea de funcionamiento, la caja electrónica no autoriza la parada del motor, con el fin de evitar un aumento de consumo en las fases de arranque en frío.

Las ventajas para el medio ambiente de este sistema son las siguientes:

– Disminución del consumo y, por tanto, reducción de emisiones de CO_2 entre el 8 % y el 10 % en ciclo urbano.
– Eliminación del ruido motor cuando el vehículo está en fase de parada.
– Ausencia de ruido y fluidez del arranque. Sensación de silencio.
– La función es transparente para el conductor.

unidad 10

Pruebas y comprobaciones del alternador

SUMARIO

- Desmontaje y montaje del alternador
- Comprobación de elementos:
  - Sobre el banco de pruebas
  - Sobre el vehículo
- Averías más frecuentes

OBJETIVOS

- Conocer la función y el funcionamiento del alternador en el automóvil.
- Realizar el desmontaje y montaje correcto del alternador.
- Identificar los elementos que componen el alternador.
- Ser capaz de detectar averías y el tipo de reparación que se debe realizar para subsanarlas.
- Concienciarse de la necesidad de trabajar en condiciones de seguridad.

1 >> Desmontaje del alternador

Acabamos de aprender cómo es y qué partes constituyen un alternador.

A continuación veremos cómo se efectúa el desmontaje de un alternador marca Bosch.

Técnica

Desmontaje del alternador

•• El objetivo de esta práctica es doble: por un lado, aprender a efectuar el desmontaje de todos los elementos del alternador y, por otro, identificar cada uno de sus elementos con la teoría explicada en la unidad didáctica anterior.

Desarrollo •• Empezaremos colocando el alternador sobre el tornillo de banco y seguiremos quitando los tornillos de la tapa de plástico que protege el lado del colector (Figura 10.1).

Materiales

- 1 alternador Bosch
- 1 juego de llaves fijas
- 1 juego de llaves de tubo
- 1 destornillador de estrella
- 1 pistola neumática

10.1. Quitamos la protección de plástico del lado del colector.

A continuación, desmontaremos las tuercas del terminal positivo (Figura 10.2).

Una vez quitada la tapa, vemos el conjunto regulador-escobillas y los terminales de las bobinas del conjunto inducido (Figura 10.3).

10.2. Desenroscamos las tuercas del terminal positivo del alternador.

10.3. Vista del conjunto regulador y los terminales de las inducidas.

>>

Pasamos a desmontar el conjunto regulador (Figura 10.4). Con el conjunto regulador desmontado, ya podemos identificar los anillos de las bobinas inductoras (Figura 10.5).

10.4. Desmontamos el grupo regulador.

10.5. Detalle de los anillos de las inductoras.

A continuación, efectuaremos el desmontaje del puente de diodos (Figura 10.6).

Con el puente de diodos desmontado, vemos los terminales de las bobinas inducidas (Figura 10.7).

10.6. Desmontaje del puente de diodos.

10.7. Terminales de las bobinas inducidas.

Después, retiraremos los tornillos de la tapa del lado del colector (Figura 10.8).

10.8. Desmontaje de la tapa del lado del colector.

Retiramos la tapa del lado del colector (Figura 10.9). Seguidamente, desmontamos el capuchón de protección del colector, que está colocado a presión (Figuras 10.10.a y 10.10.b).

10.9. Quitamos la tapa del lado del colector.

10.10.a. Detalle del capuchón en el colector.

10.10.b. El colector una vez retirado el capuchón.

Ahora podemos retirar las bobinas inducidas del interior (Figura 10.11), y desmontar la tapa del lado de accionamiento. Para ello, utilizaremos la pistola neumática y escogeremos el acoplamiento adecuado para nuestra tuerca (Figura 10.12).

10.11. Retiramos las bobinas inducidas.

10.12. Seleccionamos el acoplamiento.

Aflojamos la tuerca de la tapa del lado de accionamiento (Figura 10.13). Y acabamos el desmontaje del conjunto inductor ayudándonos de una prensa (Figura 10.14).

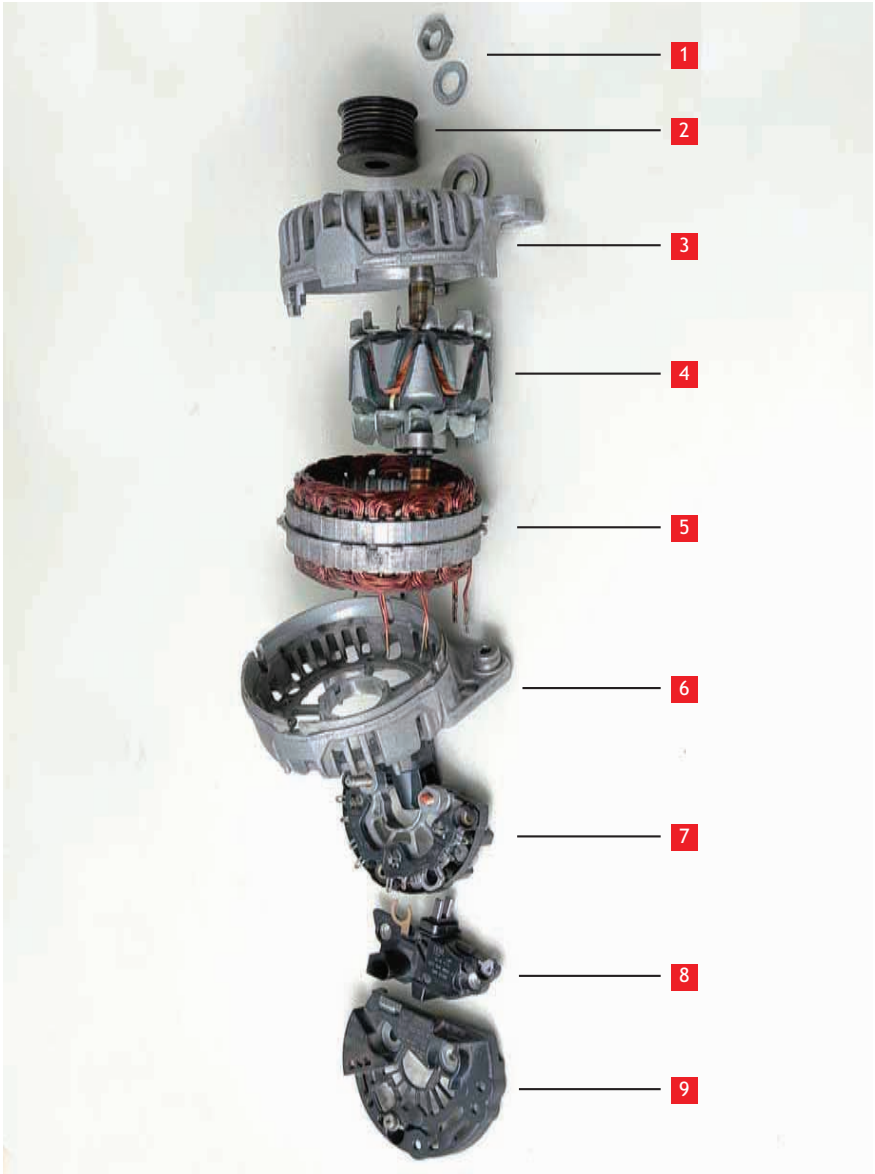
10.13. Desmontaje de la tuerca del lado de accionamiento.

10.14. Desmontaje del conjunto inductor.

2 >> Despiece del alternador

A continuación, están representadas todas las piezas que constituyen el alternador según la posición relativa que ocupan en el mismo.

1. Tuerca
2. Polea
3. Tapa del lado de accionamiento
4. Bobinas inductoras
5. Bobinas inducidas
6. Tapa del lado del colector
7. Puente rectificador
8. Conjunto regulador-escobillas
9. Tapa de plástico del puente de diodos



10.15. Despiece del alternador.

Actividades propuestas

1·· Realiza uno por uno los dibujos de cada una de las partes del alternador.

2·· Indica, en cada uno de los dibujos realizados en la actividad anterior, a qué elemento corresponde de los estudiados.

3·· Siguiendo con las actividades anteriores, explica brevemente cuál es su función dentro del conjunto.

3 >> Análisis y comprobación de los elementos del alternador

Una vez desmontado el alternador elemento por elemento, podemos observar cada uno de ellos y realizar las pruebas y comprobaciones necesarias.

3.1 > Tapa del lado de accionamiento

La tapa del lado de accionamiento es la que se encuentra en el lado del alternador, donde está la polea que transmite el giro que le llega a través de una correa desde el cigüeñal hasta las bobinas inductoras del alternador.

Se fabrica en fundición de aluminio y consta de:

- Un cojinete de bolas sobre el que giran las bobinas inductoras.
- El soporte del alternador, que sirve para fijarlo al motor térmico.
- Distintos orificios por donde circula el aire para refrigerar el alternador del calor producido por efecto joule.

En la tapa del lado de accionamiento, comprobaremos:

- **El desplazamiento axial.** En caso de existir, tendremos que colocar unas arandelas sobre el eje de las inductoras, entre la tapa y la polea de arrastre (Figura 10.16).
- **El cojinete de bolas.** Sobre este cojinete se apoya el eje de las bobinas inductoras. Debe estar perfectamente lubricado con grasa y no presentar excentricidad ni un excesivo desgaste. En caso contrario, procederemos a su sustitución.
  Para su sustitución emplearemos un extractor.

10.16. Regulación del desplazamiento axial.

El efecto joule

Siempre que pasa intensidad a través de un conductor, se genera en él calor según la fórmula:

$$Q = 0{,}24 \cdot R \cdot I^2 \cdot t$$

3.2 > Tapa del lado del colector

10.17. Tapa del lado del colector.

La tapa del lado del colector se fabrica en fundición de aluminio y está compuesta de los siguientes elementos (Figura 10.17):

- Un orificio central sobre el que se apoya el eje de las bobinas inductoras a través de un cojinete de bolas.
- El soporte del alternador, que sirve para fijarlo al motor térmico.
- El soporte de la tapa protectora del puente de diodos, del conjunto regulador-escobillas y del alojamiento del capuchón protector del colector.
- Distintos orificios por donde pasan las conexiones entre las bobinas inducidas y el puente de diodos y que sirven para refrigerar el alternador del calor producido por efecto joule.

La única comprobación que deberemos realizar en la tapa del lado del colector será visual para verificar que no tenga ninguna fisura; de ser así, procederemos a su sustitución.

3.3 > Puente de diodos

En este apartado, estudiaremos las comprobaciones del puente de diodos correspondiente a nuestro alternador Bosch. Aprovecharemos también para estudiar las comprobaciones sobre la placa de diodos tradicional, ya que en esta no se puede acceder a los diodos y, por tanto, las comprobaciones se realizan de distinta manera.

Alternador Bosch

En este tipo de alternador de reciente aparición, el puente de diodos, tal y como hemos visto en el desmontaje, va colocado en el exterior de la tapa del lado del colector y en él se identifican claramente los seis diodos (Figuras 10.18.a y 10.18.b).

10.18.a. Cara exterior del puente de diodos del alternador Bosch.

10.18.b. Cara interior del puente de diodos del alternador Bosch.

Para realizar las comprobaciones, que se llevan a cabo en dos fases, utilizaremos el polímetro.

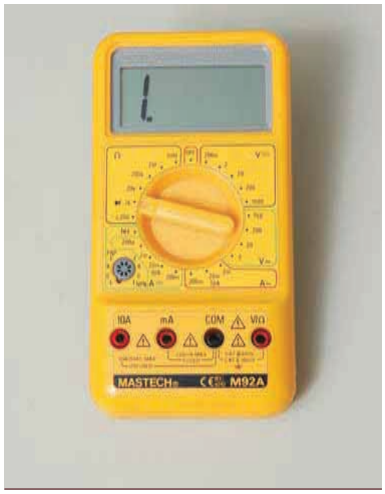
– **Primera fase.** Colocaremos el selector del polímetro en posición de prueba de diodos (Figura 10.19).
  • Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su conector y el positivo o rojo en la posición de ohmímetro.
  • Colocaremos la punta de pruebas positiva o roja en la superficie inferior del diodo y la negativa o negra en el cable de salida del mismo.

Así, el ohmímetro deberá marcar infinito (1.) (Figura 10.20).

10.20. Comprobación de los diodos en condición de bloqueo.

– **Segunda fase.** Colocaremos el selector del polímetro en posición de prueba de diodos.
  • Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su conector y el positivo o rojo en la posición de ohmímetro.

10.21. Comprobación de los diodos en condición de activación.



10.19. Posición de comprobación de diodos.

Los diodos

Los diodos son unos componentes electrónicos, ya estudiados en anteriores unidades, que tienen como característica dejar pasar la intensidad cuando están polarizados directamente e impedir su paso cuando están polarizados inversamente.

- Colocaremos la punta de pruebas negativa o negra en la superficie inferior del diodo y la positiva o roja en el cable de salida del mismo.

En estas condiciones el ohmímetro deberá marcar la resistencia que nos indique el fabricante (Figura 10.21).

Repetiremos las lecturas para los seis diodos, con lo que quedará comprobado el puente rectificador.

En caso de que uno de los diodos sea defectuoso, lo deberemos sustituir.

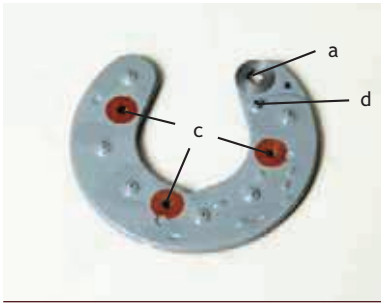
Alternadores tradicionales

En este caso, el puente nanodiodo va colocado en el interior de la tapa del lado del colector y en él se intuyen los nueve diodos, que están recubiertos por pintura aislante y por tanto no se pueden hacer las comprobaciones directamente sobre ellos.

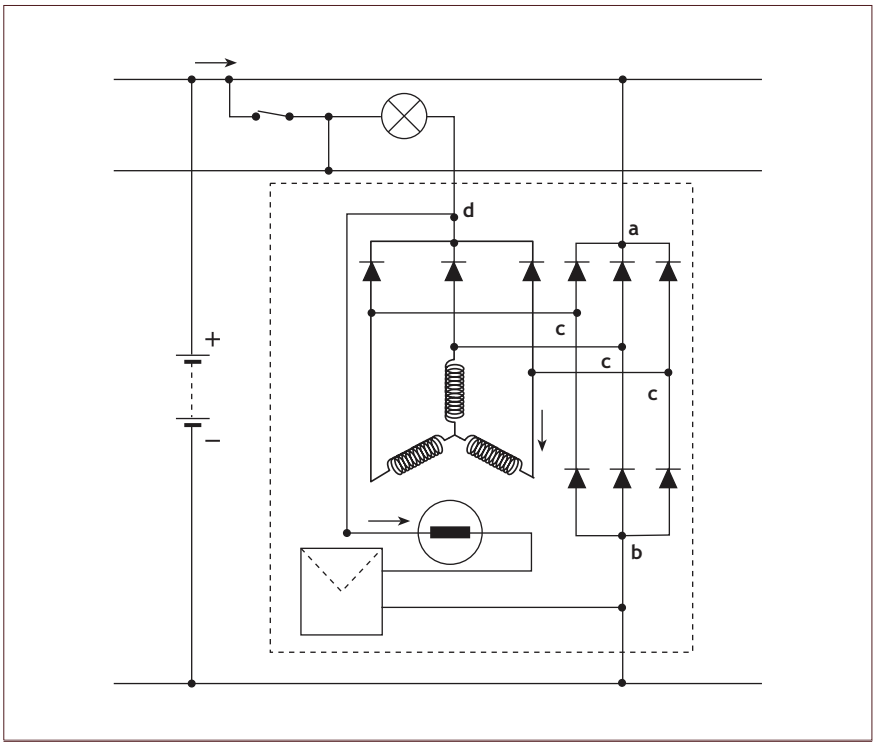
Seis de los nueve diodos tienen forma redondeada —son los mismos diodos que nos encontramos en un puente hexadiodo—, mientras que los tres restantes tienen forma cilíndrica y son de menor tamaño —se trata de los diodos encargados de realizar la rectificación de la corriente de excitación—.

Para verificar su buen funcionamiento, deberemos tener presentes las conexiones eléctricas entre los diodos (Figura 10.23) y, a continuación, identificar cada punto del esquema eléctrico con nuestro puente. Así, tenemos que el punto **a** del esquema se corresponde con el punto **a** del puente de diodos, que el punto **b** del esquema se corresponde con el punto **b** del puente, que los puntos **c** del esquema son los puntos **c** del puente y el punto **d** del esquema es el punto **d** del puente (Figuras 10.22.a y 10.22.b).

10.22.a. Cara exterior del puente de diodos tradicional.



10.22.b. Cara interior del puente de diodos tradicional.



10.23. Esquema eléctrico del puente de diodos.

A continuación, ya estamos en disposición de realizar con el polímetro la lectura de los diodos conectados a positivo, que corresponden a los **diodos situados en la parte superior** de la Figura 10.23. Esta lectura, al igual que en las comprobaciones individuales de los diodos, constará de dos fases:

– **Primera fase.** Colocaremos el selector del polímetro en posición de comprobación de diodos.
  - Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su conector y el positivo o rojo en la posición de ohmímetro.
  - Colocaremos la punta de pruebas positiva o roja en el borne positivo (**a**) del puente de diodos y la negativa o negra en cada uno de los puntos **c.**

  En estas condiciones, el ohmímetro deberá marcar infinito (1.) (Figura 10.24).

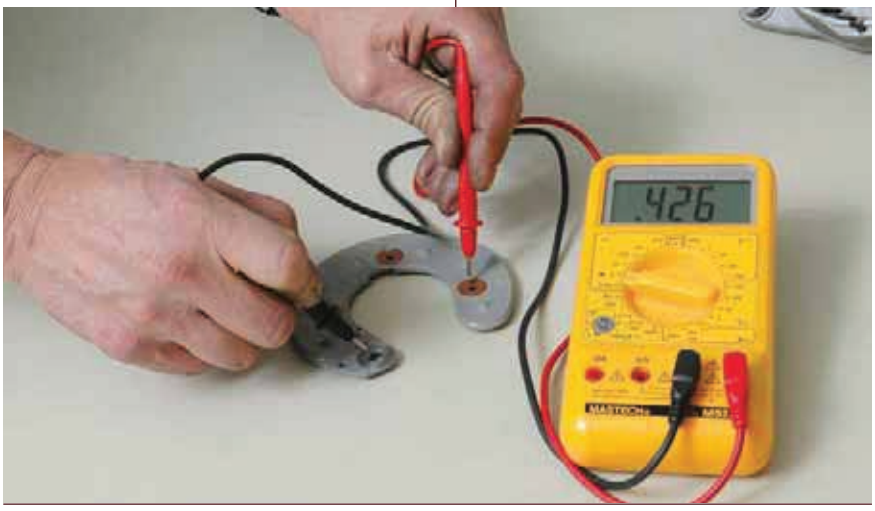
– **Segunda fase.** Colocaremos el selector del polímetro en posición de prueba de diodos.
  - Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su conector y el positivo o rojo en la posición de ohmímetro.
  - Colocaremos la punta de pruebas negativa o negra en el borne positivo (**a**) del puente de diodos y la positiva o roja en cada uno de los puntos **c.**

  En estas condiciones, el ohmímetro deberá marcar la resistencia que nos indique el fabricante (Figura 10.25).

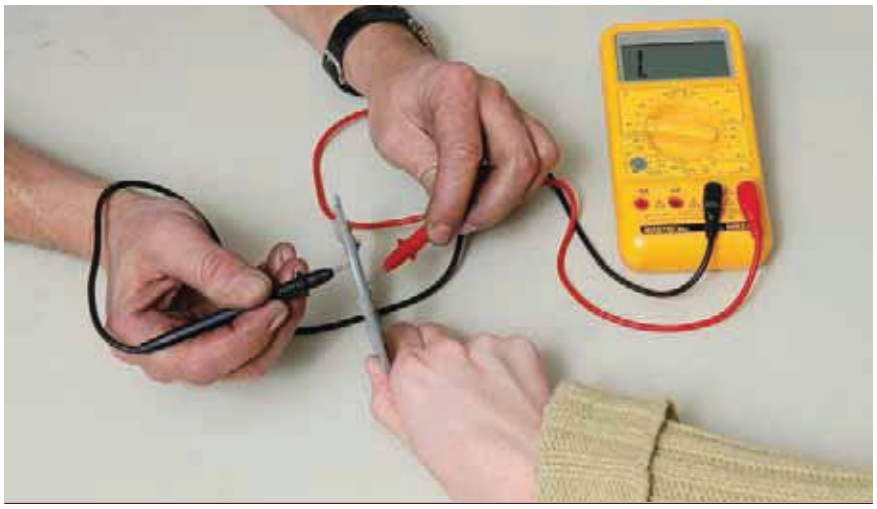
10.24. Comprobación de los diodos superiores. Conexión de bloqueo.

Pasaremos ahora a realizar las verificaciones de los **diodos inferiores** del esquema eléctrico de la Figura 10.23, que están conectados a masa. Para ello, igual que en las comprobaciones de los diodos de la parte superior, necesitaremos dos fases:

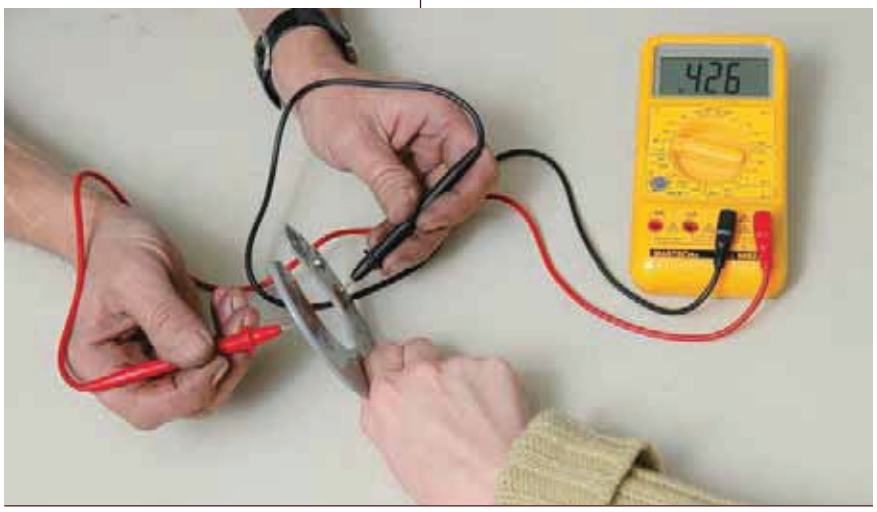
– **Primera fase.** Colocaremos el selector del polímetro en posición de comprobación de diodos.
  - Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su conector y el positivo o rojo en la posición de ohmímetro.
  - Colocaremos la punta de pruebas positiva o roja en cada uno de los puntos **c** y la negativa o negra en el borne negativo (**b**) o masa del puente de diodos.



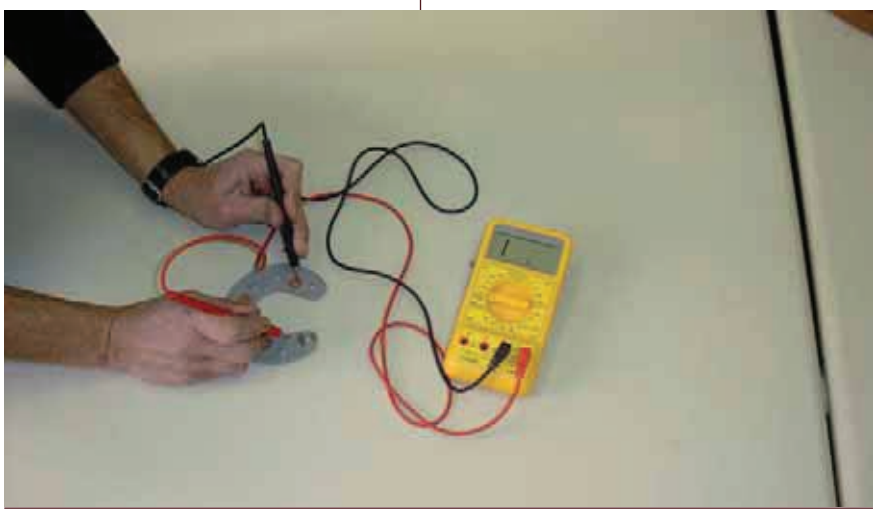
10.25. Comprobación de los diodos superiores. Conexión activado.



10.26. Comprobación de los diodos inferiores. Conexión de bloqueo.



10.27. Comprobación de los diodos inferiores. Conexión activado.



10.28. Comprobación de los diodos de la corriente de excitación. Conexión de bloqueo.

En estas condiciones, el ohmímetro deberá marcar infinito (1.) (Figura 10.26).

– **Segunda fase.** Colocaremos el selector del polímetro en posición de prueba de diodos.
  - Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su conector y el positivo o rojo en la posición de ohmímetro.
  - Colocaremos la punta de pruebas negativa o negra en cada uno de los puntos **c** y la positiva o roja en el borne negativo (**b**) o masa del puente de diodos.

  En estas condiciones, el ohmímetro deberá marcar la resistencia que nos indique el fabricante (Figura 10.27).

Finalizaremos comprobando los tres **diodos correspondientes a la corriente de excitación.** También en este caso la comprobación constará de dos fases:

– **Primera fase.** Colocaremos el selector del polímetro en posición de comprobación de diodos.
  - Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su conector y el positivo o rojo en la posición de ohmímetro.
  - Colocaremos la punta de pruebas positiva o roja en el borne positivo (**d**) del puente de diodos y la negativa o negra en cada uno de los puntos **c.**

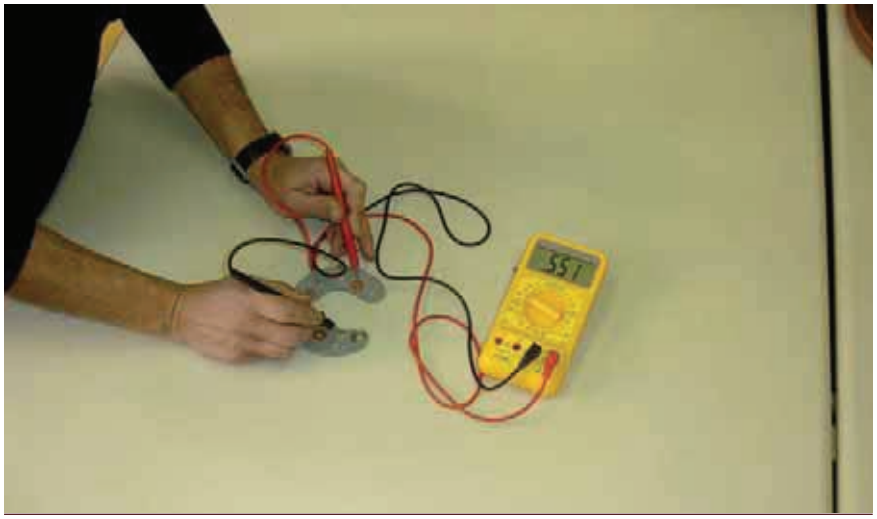
  En estas condiciones, el ohmímetro deberá marcar infinito (1.) (Figura 10.28).

– **Segunda fase.** Colocaremos el selector del polímetro en posición de prueba de diodos.
  - Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente

modo: el negativo o negro en su conector y el positivo o rojo en la posición de ohmímetro.

- Colocaremos la punta de pruebas negativa o negra en el borne positivo (**d**) del puente de diodos y la positiva o roja en cada uno de los puntos **c**.

En estas condiciones, el ohmímetro deberá marcar la resistencia que nos indique el fabricante (Figura 10.29).



10.29. Comprobación de los diodos de la corriente de excitación. Conexión activado.

En caso de que un diodo sea defectuoso, deberemos cambiar la placa de diodos.

3.4 > Conjunto inductor

En nuestro alternador, el conjunto inductor está formado por las bobinas inductoras y, en cada uno de los extremos del eje, se encuentran unos pequeños ventiladores que son los que refrigeran el alternador del calor producido por efecto joule.

Además, en el lado de los anillos, existe un rodamiento de bolas a través del cual se apoya en la tapa del lado del colector del alternador.

Las comprobaciones que deberemos realizar en los **ventiladores** son visuales, ya que consisten en verificar que los alabes no están doblados ni rotos.

En cuanto a las **bobinas inductoras**, deberemos comprobar la excentricidad y posibles rayadas en los anillos del colector. En caso de ser necesario, deberemos tornearlos a un diámetro inferior, pero siempre dentro de los límites que nos indica el fabricante.

Posteriormente, deberemos asegurarnos de que no queda ninguna viruta antes de proceder al montaje del alternador. La excentricidad y el torneado se explicaron en la unidad didáctica 7.

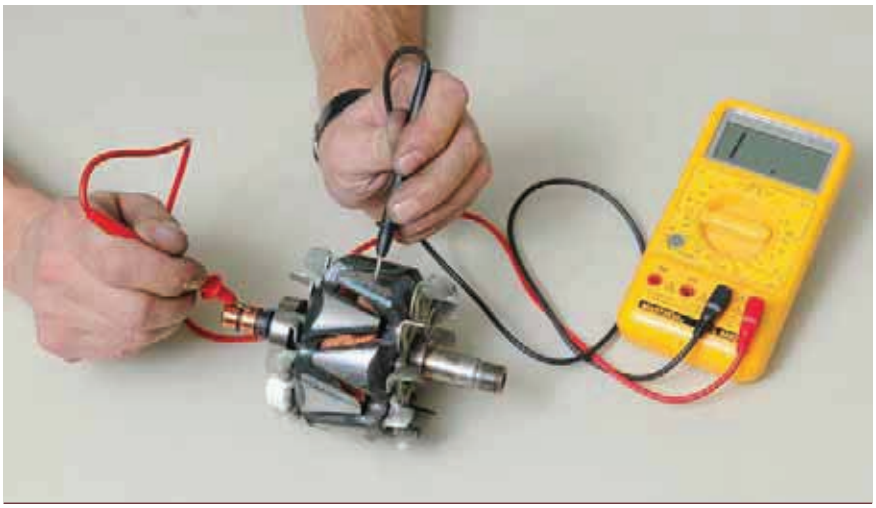
En cuanto a las verificaciones de las bobinas inductoras propiamente dichas, empezaremos **comprobando el aislamiento a masa de las bobinas inductoras.** Para ello:

Virutas

Una vez efectuado el torneado, debemos tener cuidado por si nos ha quedado alguna viruta ya que, al ser esta de material conductor, podría producir un cortocircuito.

– Colocaremos el selector del polímetro en posición de continuidad.
– Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su posición y el positivo o rojo en la posición de ohmímetro.
– Colocaremos una punta de pruebas en un anillo del colector y la otra directamente en el eje o en las masas polares.

En estas condiciones, el polímetro no deberá pitar y marcará infinito (Figura 10.30).



10.30. Comprobación del aislamiento a masa de las bobinas inductoras.

A continuación **comprobaremos la continuidad de las bobinas inductoras.** Para ello:

– Colocaremos el selector del polímetro en posición de continuidad.
– Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su conector y el positivo o rojo en la posición de ohmímetro.
– Colocaremos una punta de pruebas en un anillo del colector y la otra en el otro anillo.

10.31. Comprobación de la continuidad y resistencia de las bobinas inductoras.

En estas condiciones, el ohmímetro deberá pitar (Figura 10.31).

La prueba de continuidad no nos asegura que no exista ningún cortocircuito en las bobinas inductoras, por lo que **tenemos que asegurarnos de que no exista cortocircuito**. Para ello, deberemos medir su resistencia y compararla con el valor que nos facilita el fabricante, alrededor de 3 Ω.

Si la lectura que nos da el polímetro es inferior al valor que nos da el fabricante, nos indicará la existencia de un cortocircuito.

3.5 > Conjunto inducido

El conjunto inducido está formado por las tres bobinas cuyos extremos salen directamente al exterior en el caso de nuestro alternador (Figura 10.32).

10.32. Bobinas inducidas. Alternador Bosch.

En los alternadores tradicionales, las conexiones en estrella o en triángulo de las tres bobinas tienen lugar interiormente, de manera que únicamente salen tres (alternador en triángulo) o cuatro (alternador en estrella) terminales de las bobinas inducidas (Figura 10.33).

10.33. Bobinas inducidas. Alternador tradicional.

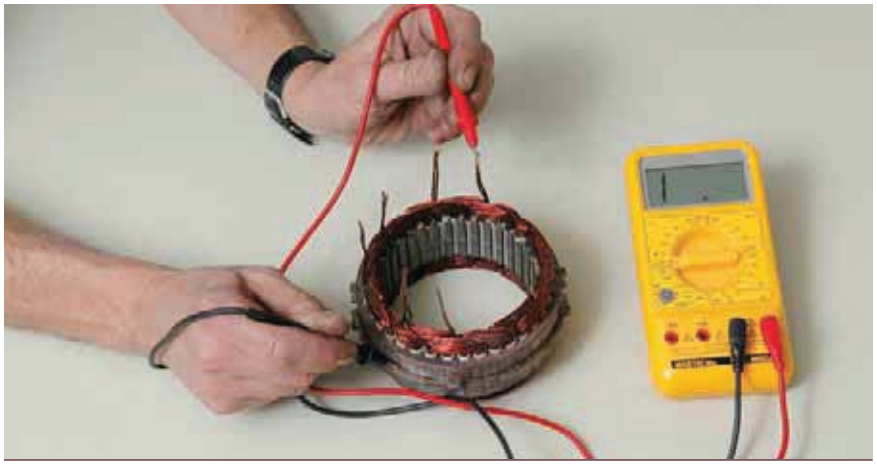
Las verificaciones a realizar consisten en ambos casos en la prueba de aislamiento a masa, la de continuidad y la comprobación del valor de la resistencia de cada bobina para compararla con el valor facilitado por el fabricante y asegurarnos de que no exista ningún cortocircuito.

Alternador Bosch

Empezaremos **comprobando el aislamiento a masa de las bobinas inducidas**. Para ello:

– Colocaremos el selector del polímetro en posición de continuidad.
– Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su posición y el positivo o rojo en la posición de ohmímetro.
– Colocaremos una punta de pruebas en un extremo de la bobina y la otra directamente en el núcleo de hierro.

En estas condiciones, el ohmímetro no deberá pitar y marcará infinito (1.) (Figura 10.34).

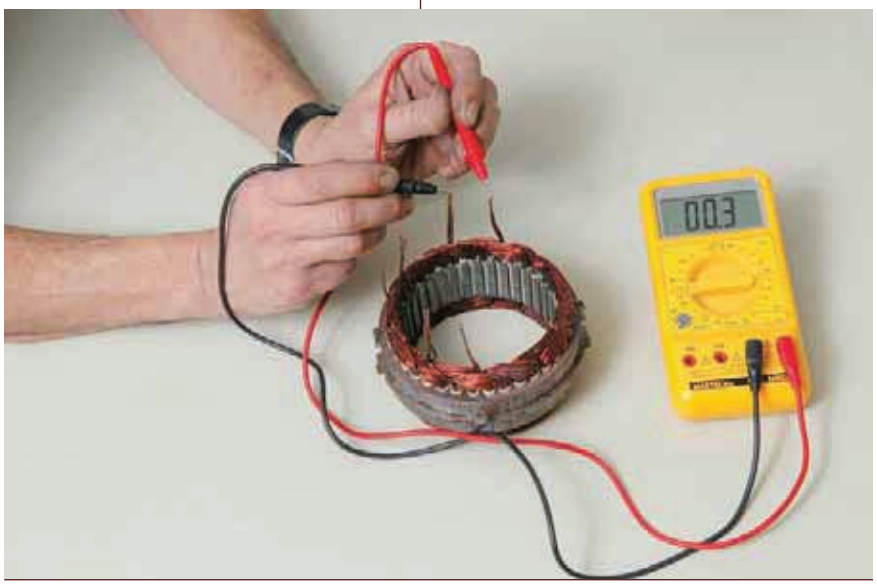


10.34. Comprobación del aislamiento a masa de las bobinas inducidas.

Repetiremos la misma operación para los doce extremos de las bobinas.

A continuación a **comprobaremos la continuidad de las bobinas inducidas.** Para ello:

– Colocaremos el selector del polímetro en posición de continuidad.
– Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su conector y el positivo o rojo en la posición de ohmímetro.
– Colocaremos una punta de pruebas en el extremo de una bobina y la otra en el otro extremo de la misma bobina.



10.35. Comprobación de la continuidad y valor de la resistencia de las bobinas inducidas.

En estas condiciones, el ohmímetro deberá pitar (Figura 10.35).

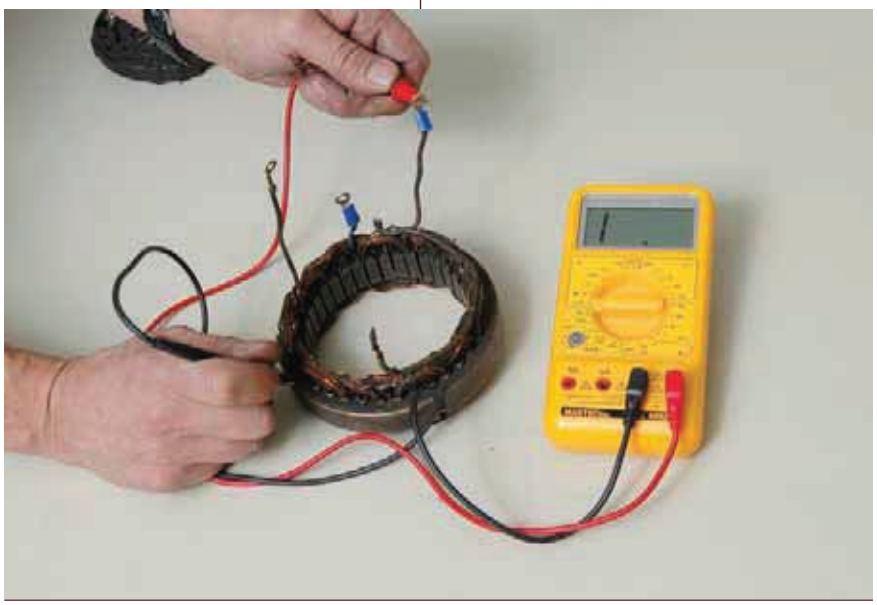
Repetiremos la verificación para las seis bobinas que componen nuestro alternador.

La prueba de continuidad no nos asegura que no exista ningún cortocircuito en las bobinas inducidas. Por tanto, **tenemos que asegurarnos de que no exista cortocircuito** midiendo el valor de cada bobina y comparándolo con el facilitado por el fabricante, que suele ser de unos 0,3 Ω.

Para conocer el valor de la resistencia de cada bobina, repetiremos las comprobaciones anteriores, en cada una de ellas (Figura 10.35).

Alternador tradicional

Empezaremos **comprobando el aislamiento a masa de las bobinas inducidas.** Para ello:



10.36. Comprobación del aislamiento a masa de las bobinas inducidas.

– Colocaremos el selector del polímetro en posición de continuidad.
– Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su posición y el positivo o rojo en la posición de ohmímetro.
– Colocaremos una punta de pruebas en uno de los conectores del inducido y la otra directamente en el núcleo de hierro.

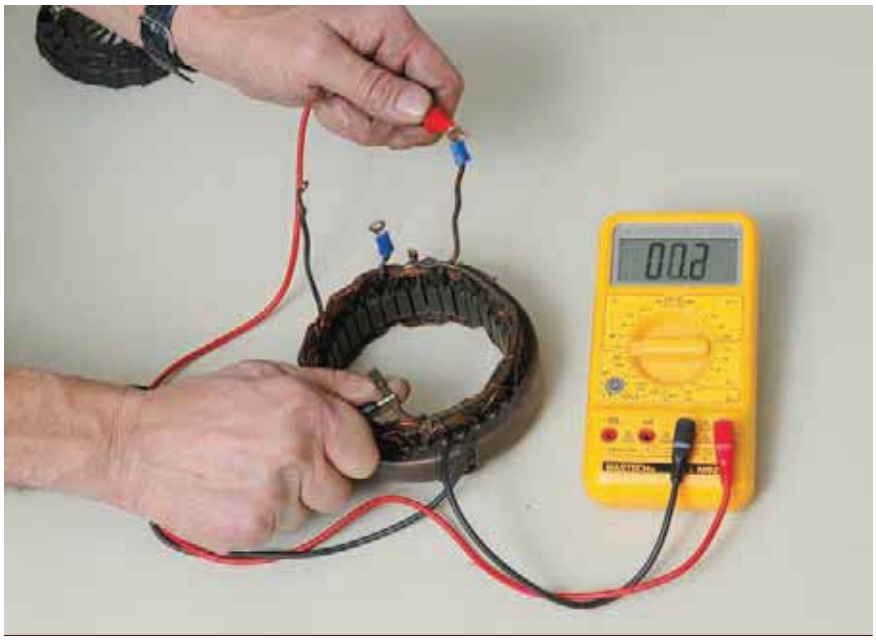
En estas condiciones, el ohmímetro no deberá pitar y marcará infinito (1.) (Figura 10.36).

Como todas las bobinas están unidas entre sí, no será necesario repetir la comprobación para el resto de terminales.

Por último, **comprobaremos la continuidad de las bobinas inducidas**. Para ello:

– Colocaremos el selector del polímetro en posición de continuidad.
– Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su conector y el positivo o rojo en la posición de ohmímetro.
– Colocaremos una punta de pruebas en el conector de salida correspondiente al punto neutro y la otra en uno de los otros conectores de salida.

En estas condiciones, el ohmímetro deberá pitar (Figura 10.37).



10.37. Comprobación de la continuidad de las bobinas inducidas.

Repetiremos la verificación para los dos conectores restantes.

La **prueba de continuidad** no nos asegura que no exista ningún cortocircuito en las bobinas inducidas. Por tanto, **tenemos que asegurarnos de que no exista cortocircuito** midiendo el valor de cada bobina, que deberá ser igual para todas ellas, y comparándolo con el facilitado por el fabricante.

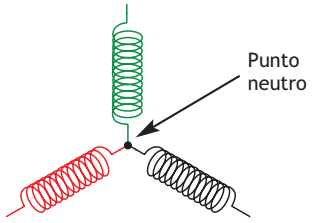
Para conocer el valor de la resistencia de cada bobina, repetiremos las comprobaciones anteriores de continuidad. En la pantalla del polímetro nos saldrá la resistencia de cada bobina (Figura 10.37).

Repetiremos la lectura para cada una de las tres bobinas.

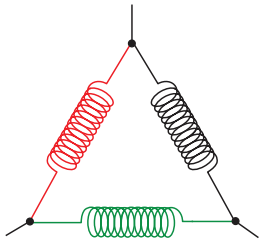
Conexión de las bonias inducidas

Las bobinas inducidas se pueden conectar entre ellas en estrella o en triángulo:

Conexión en estrella:



Conexión en triángulo:



Actividades propuestas

4·· ¿Cómo comprobarías la continuidad en las bobinas inductoras?

5·· ¿Cómo comprobarías que no existe cortocircuito en las bobinas inducidas? ¿Y en las inductoras?

6·· ¿Qué comprobaciones deberías realizar en los anillos?

4 >> Montaje del alternador

Una vez que hemos comprobado uno a uno todos los elementos que componen el alternador, podremos efectuar su montaje.

Técnica

Montaje del alternador

•• El objetivo de esta práctica es aprender a efectuar el montaje de todos los elementos del alternador con orden, pulcritud y destreza y siguiendo las normas de seguridad establecidas.

Desarrollo •• Empezaremos el montaje introduciendo la tapa del lado de accionamiento en el eje del inductor. Para ello, nos podemos ayudar de una maza (Figura 10.38).

Materiales

- 1 alternador Bosch
- 1 juego de llaves fijas
- 1 juego de llaves de tubo
- 1 destornillador de estrella

10.38. Introducimos la tapa del lado de accionamiento.

A continuación, introduciremos la arandela para seguidamente colocar la polea (Figura 10.39).

Fijaremos el conjunto con la arandela y apretaremos la tuerca (Figura 10.40).

10.39. Introducimos la arandela y la polea.

10.40. Introducimos la arandela y la tuerca.

10.41. Introducimos el capuchón del colector.

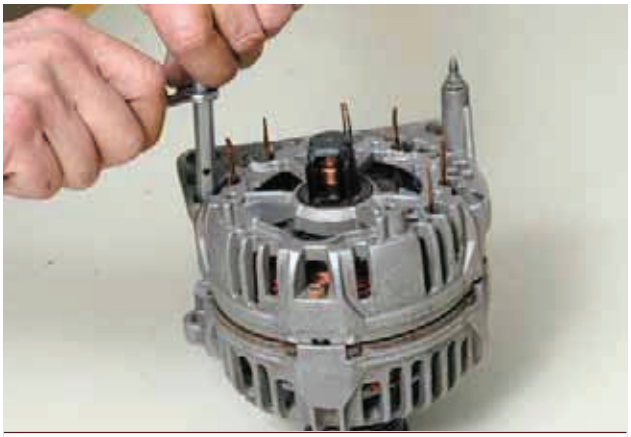
Después colocaremos el capuchón de plástico protector del colector (Figura 10.41).

Seguidamente, introduciremos el inducido en la tapa del lado de accionamiento (Figura 10.42.a).

Estamos ya en disposición de colocar la tapa del lado de los anillos. Esta operación debe realizarse con cuidado, ya que la tapa contiene los orificios por donde pasarán los extremos de las bobinas inducidas (Figura 10.42.b).

10.42.a. Introducimos el inducido en la tapa del lado de accionamiento.

10.42.b. Colocamos la tapa del lado de los anillos.



10.43. Apretamos los tornillos.

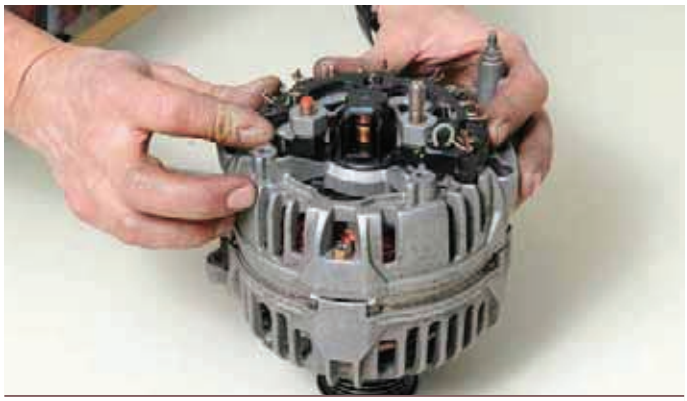
Continuaremos uniendo las dos tapas. Para ello, tendremos que prestar mucha atención, ya que el alojamiento de uno de los tres tornillos de fijación es distinto y nos servirá para conocer la posición en que debemos unir las dos tapas (Figura 10.43).

En caso de ser necesario, nos ayudaremos de una maza para colocar las tapas en su posición final.

Acabaremos introduciendo y apretando los tornillos de fijación. Como siempre, iremos apretándolos de uno en uno pero avanzando todos los tornillos por igual para que las dos tapas avancen en paralelo (Figura 10.43).

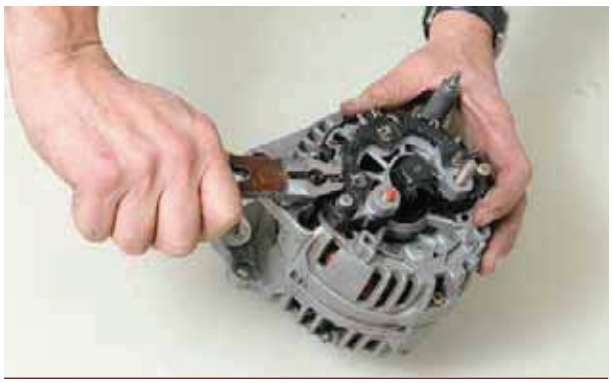
»

A continuación, colocaremos el puente de diodos y lo fijaremos con los tornillos (Figura 10.44).



10.44. Colocamos el puente de diodos.

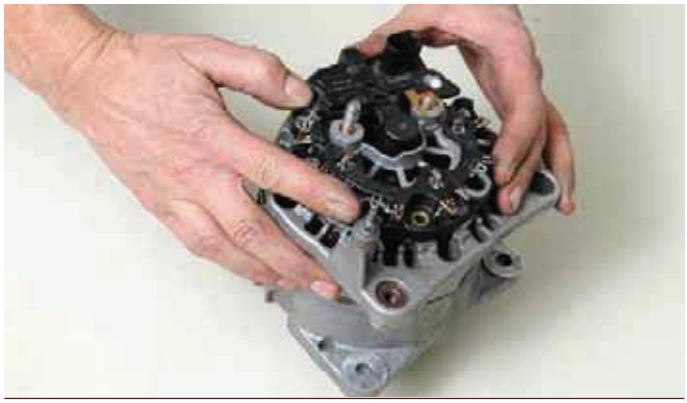
Después, fijaremos los contactos de los diodos con el puente de diodos (Figura 10.45) y lo sujetaremos con tornillos (Figura 10.46).



10.45. Fijamos los diodos sobre el puente.

10.46. Sujetamos con tornillos el puente de diodos.

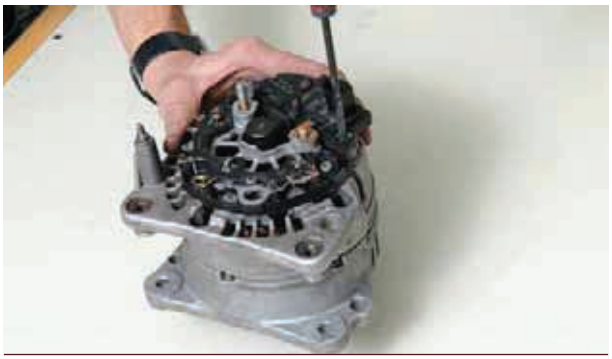
Seguidamente, colocaremos el grupo regulador con las escobillas junto al puente de diodos (Figura 10.47).



10.47. Colocamos el grupo regulador con las escobillas.

Fijaremos mediante tornillos el grupo regulador (Figura 10.48).

A continuación, colocaremos la tapa de plástico exterior (Figura 10.49).



10.48. Fijamos el grupo regulador.

10.49. Colocamos la tapa de plástico exterior.

Después, fijaremos la tapa de plástico mediante tornillos (Figura 10.50).

Y finalizaremos colocando las tuercas en los terminales de salida de la corriente (Figura 10.51).

10.50. Fijamos la tapa.

10.51. Colocamos las tuercas en los terminales de salida.

Actividades propuestas

7·· ¿Cómo podemos saber en qué posición relativa deberemos colocar las dos tapas del alternador?

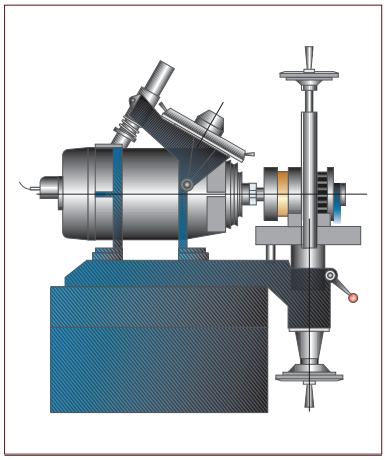
8·· ¿De qué manera efectuaremos el apriete de los tornillos de unión de las dos tapas del alternador?

9·· ¿Qué parte del alternador es la encargada de efectuar la conexión en estrella o en triángulo de las bobinas inductoras?

10·· ¿Cuál es el motivo por el que las tapas del alternador tienen orificios?

11·· ¿Qué función tene la arandela situada entre la polea y la tapa del lado de accionamiento? ¿Qué diferencia existe entre unas bobinas inducidas tradicionales y las bobinas inducidas del alternador Bosch que hemos utilizado en nuestro desmontaje?

Práctica 15



10.52. Alternador situado en el banco de pruebas CV9LS-1.

5 >> Verificación del alternador sobre el banco de pruebas eléctrico CV9LS-1

Una vez retirado el alternador del automóvil, y antes de empezar a desmontarlo para efectuar las comprobaciones elemento por elemento, debemos verificarlo en el banco de pruebas eléctrico **CV9LS-1.** Este banco de pruebas nos indicará si la irregularidad en su funcionamiento se debe al alternador o a su regulador.

También utilizaremos el banco de pruebas eléctrico CV9LS-1 una vez reparada la avería en el alternador y antes de instalarlo nuevamente sobre el vehículo.

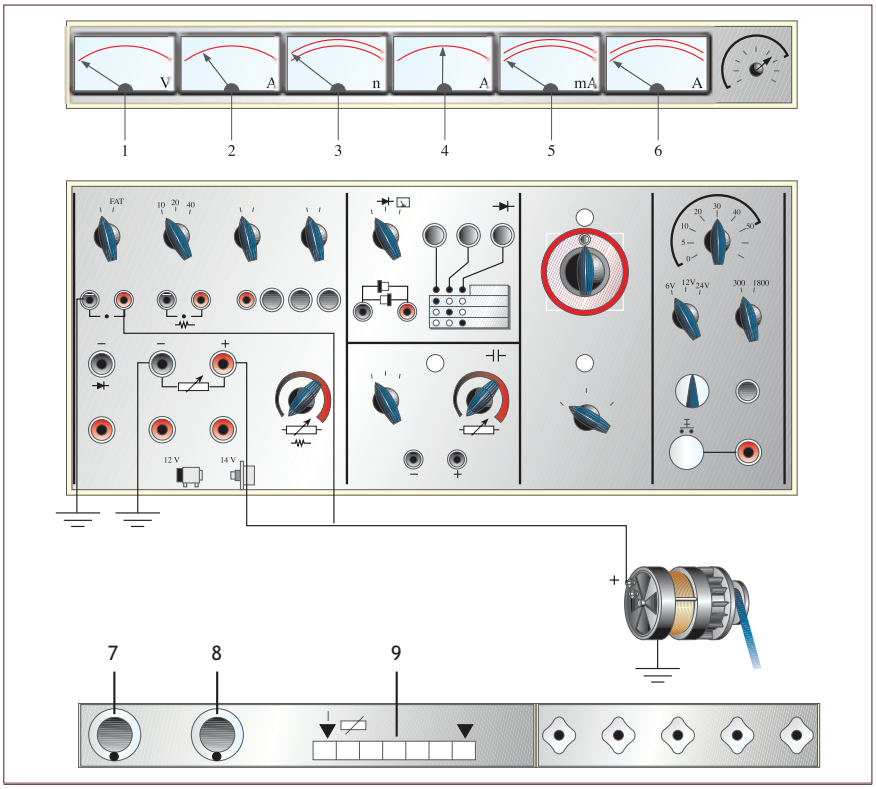
Empezaremos colocando el alternador sobre el banco eléctrico para poder realizar los ensayos, teniendo en cuenta que los ejes del motor eléctrico del banco y del alternador deberán estar perfectamente alineados (Figura 10.52). Para ello, seguiremos los mismos pasos que en la colocación de la dinamo que ya fueron detallados en la unidad 8.

Las pruebas que deberemos realizar sobre nuestro alternador con regulador incorporado serán:

– Prueba de funcionamiento del regulador.
– Prueba de carga y máxima potencia.

Prueba de funcionamiento del regulador

Conectaremos el alternador con su regulador incorporado al banco según las conexiones reflejadas en la Figura 10.53.



10.53. Alternador conectado al banco de pruebas.

A continuación, pondremos en funcionamiento el motor eléctrico del banco y haremos girar lentamente el conjunto hasta que el alternador genere unos 14 V, momento en el que deberá proporcionar intensidad de carga y, por tanto, se apagará la lámpara de control.

Seguiremos aumentando la velocidad hasta 4 000 rpm y fijaremos, gracias a las resistencias del banco y a su manivela 8, la corriente de carga a 5 A, comprobando que la tensión de regulación se mantiene constante.

En caso de no mantenerse constante la tensión, deberemos pasar a sustituir el regulador, ya que este no admite ni regulación ni reparación.

Prueba de carga y máxima potencia

Para realizar esta comprobación, haremos girar el alternador en primer lugar a 2 500 rpm, regulando la tensión en bornes con las resistencias 9 del banco a 14 V. En estas condiciones, nos deberá dar el valor de la intensidad que figura en las fichas características del alternador facilitadas por el fabricante y que pueden oscilar entre 10 A y 30 A (Figura 10.54).

10.54. Alternador situado en el banco de pruebas eléctrico.

Posteriormente, haremos girar el alternador a 5 000 rpm, regulando la tensión en bornes con las resistencias 9 del banco a 14 V. En estas condiciones, nos deberá dar el valor de la intensidad que figura en las fichas características del alternador facilitadas por el fabricante, que son del orden de entre 5 A y 15 A, superiores a las correspondientes a un giro de 2 500 rpm.

En caso de que los valores obtenidos no se ajusten a los indicados por el fabricante, pasaremos a desmontar el alternador y comprobaremos cada uno de sus elementos.

Carga de la batería

Los diodos son los encargados de evitar que la batería se descargue a través del alternador, lo que significa que el conjunto del alternador y regulador debe proporcionar intensidad de carga cuando la tensión generada por el alternador sea superior a la tensión de la batería.

La función del regulador

La función del regulador en el alternador es limitar la tensión a un valor máximo independientemente de las rpm a las que esté girando en cada momento el motor térmico y de la cantidad de consumos que en cada momento tenga conectados.

Actividades propuestas

12·· Al situar el alternador sobre el banco de pruebas eléctrico, ¿qué característica debe cumplirse?

13·· ¿Cuáles son las pruebas que debemos realizar sobre el banco eléctrico para comprobar el alternador?

14·· En la prueba de funcionamiento del regulador, ¿qué variable estamos comprobando? ¿Y en la prueba de carga y máxima potencia?

15·· ¿Cómo se realiza la prueba de carga y máxima potencia?

Práctica 16

6 >> Comprobaciones sobre el vehículo

Para efectuar las comprobaciones del alternador y regulador sobre el vehículo, utilizaremos unos localizadores de averías o aparatos de autodiagnóstico.

Los localizadores de averías constituyen una herramienta de reciente aparición en el mercado. Su misión es conectar con la centralita principal del automóvil y mostrarnos la información de la que esta dispone.

Al principio, cada marca automovilística desarrolló un localizador de averías que solamente era válido para sus propios automóviles. No obstante, posteriormente han ido apareciendo en el mercado nuevos localizadores de averías que son universales y se utilizan en los talleres multimarca.

Los aparatos de autodiagnóstico incluyen también un polímetro y un osciloscopio y nos indican en qué elemento del automóvil existe la anomalía. Una vez identificado el elemento causante de la distorsión, la misma empresa facilita unos programas que, introducidos en el ordenador o en la propia máquina de autodiagnóstico, nos guían paso a paso en la realización de todas las comprobaciones necesarias para averiguar exactamente quién es el causante directo de la anomalía y poderla reparar.

En estos programas, también vienen indicadas, para cada marca y modelo de automóvil, todas las características técnicas del vehículo, así como la situación exacta de cada uno de sus elementos en él.

El software de los localizadores de averías debe ser actualizado anualmente para incorporar las novedades introducidas por el fabricante en los distintos modelos o para introducir las características de modelos nuevos.

10.55. Axone.

En la Figura 10.55 puede verse el localizador de averías universal Axone 2000.

El localizador de averías se conecta a un conector preparado para tal fin, generalmente colocado debajo del volante, o bien a la propia centralita del automóvil. La conexión la haremos en uno u otro lugar dependiendo del tipo de localizador que utilicemos.

El localizador Axone 2000 se conecta en el conector situado debajo del volante.

Un ejemplo de diagnóstico guiado para conocer si la avería del sistema de carga se encuentra en el alternador o en el regulador utilizado por el localizador V.A.G. 1715 es el siguiente:

Verificación del alternador y del regulador de tensión por medio del V.A.G 1715

Para la localización de averías se precisa lo siguiente:

- Multímetro manual V.A.G 1715
- Set auxiliar de medición V.A.G 1594 A

Condiciones previas de verificación:

- Conducción de cables y cinta de masa de la batería, en orden
- Tensión de la correa trapezoidal y fijación del alternador, en orden
- Si va equipada de un acoplamiento de piñón libre en la polea de la correa trapezoidal, el funcionamiento debe estar en orden

Verificación del alternador y del regulador de tensión

- Desconectar el encendido
- Conectar el multímetro V.A..G 1715
- Presionar la tecla de verificación del alternador (G)
- Conectar el cable negro de medición (-) a la cinta de masa de la batería
- Conectar el cable rojo de medición (+) al cable azul (borne D+) del alternador
- Conectar consumidores eléctricos del vehículo (luz larga, luneta posterior térmica etc.)
- Arranca el motor
- Poner el motor, por unos segundos, a una revolución de entre 1500 y 2000/min.

Si el display indica "nicht in Ordnung" ("no funciona correctamente")	Si el display indica "in Ordnung" ("funciona correctamente")

→ El alternador funciona correctamente

Verificación del regulador de tensión por medio del multímetro V.A.G 1715

- Cambiar, a modo de prueba, el regulador de tensión==> Manual de rep., folleto instalaciones eléctricas, Grupo de rep. 27
- Repetir la verificación del alternador:
- Conectar el multímetro V.A. G 1715
- Presionar la tecla de verificación del alternador (G)
- Conectar el cable negro de medición (-) a la cinta de masa de la batería
- Conectar el cable rojo de medición (+) al cable azul (borne D+) del alternador
- Conectar consumidores eléctricos del vehículo (luz larga, luneta posterior térmica etc.)
- Arrancar motor
- Poner el motor, por unos segundos, a una revolución de entre 1500 y 2000/min

Si el display indica "nicht in Ordnung" ("no funciona correctamente")	Si el display indica "in Ordnung" ("funciona correctamente")
El alternador no funciona correctamente, el regulador está en condiciones	El alternador funciona correctamente, el regulador está estropeado

10.56. Verificación del alternador y del regulador de tensión por medio del V.A.G. 1715.

Actividades propuestas

16·· ¿Qué aparato utilizaremos para comprobar el alternador y su regulador sobre el vehículo?

17·· ¿En qué punto del automóvil puede conectarse la máquina de autodiagnóstico?

18·· ¿Dónde podemos encontrar la información relativa al diagnóstico guiado de averías?

7 >> Mantenimiento del alternador

Igual que ocurría en el motor de arranque y en la dinamo, en el alternador también debemos tener precaución cuando realicemos servicios de mantenimiento generales y procurar no derramar ningún líquido, como puede ser aceite del motor, líquido refrigerante, líquido de frenos, etc., sobre la superficie exterior del alternador.

Si el líquido derramado es conductor, puede provocar un cortocircuito en el alternador y, si es gasóleo, las escobillas se desharán y tendremos que sustituirlas.

En caso de que los líquidos entren en el interior de la dinamo, del alternador o del motor de arranque, habrá que desmontar estas máquinas eléctricas y limpiar elemento por elemento con el producto adecuado (nunca con disolvente, ya que este desharía el barniz aislante de las bobinas).

8 >> Averías más frecuentes en el alternador

En condiciones de funcionamiento normal, la luz del cuadro de instrumentos que se refiere a la carga de la batería debe encenderse al dar a la llave de contacto y apagarse una vez que el motor térmico se haya puesto en funcionamiento.

Las averías que podemos tener en un alternador son que el piloto del cuadro de instrumentos no se apague, que no se apague en algunas ocasiones o que no llegue a iluminarse.

8.1 > El piloto permanece encendido

Cuando el piloto que nos indica la carga de la batería no se apaga, el problema podría encontrarse en:

– El regulador, que limitaría la tensión a un valor inferior al requerido por la batería.
– El colector del alternador, que hace contacto defectuoso con las escobillas, produciendo así una caída de tensión que limita el voltaje que reciben las bobinas inductoras.
– El rotor, si en este se hubiera producido un cortocircuito, ya que ello provocaría un menor campo magnético en las bobinas inductoras y por tanto una menor tensión generada en el alternador.

8.2 > El piloto se enciende y se apaga aleatoriamente

En caso de que el piloto se apague unas veces sí y otras no, las causas pueden ser:

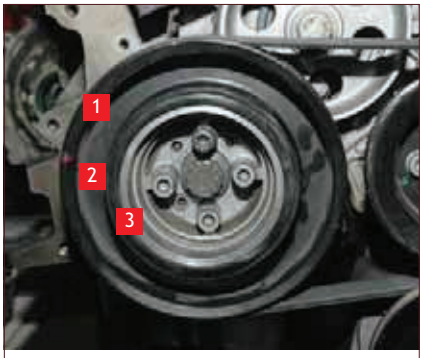
– Las escobillas o los anillos del rotor están gastados y se produce un mal contacto entre ambos.
– Hay una transmisión defectuosa del giro del cigüeñal al rotor del alternador.

Según vimos en la unidad 9, el alternador recibe el giro del propio motor térmico a través de una correa y una polea (Figura 10.57).

10.57. Transmisión del giro desde el motor térmico hasta el alternador.

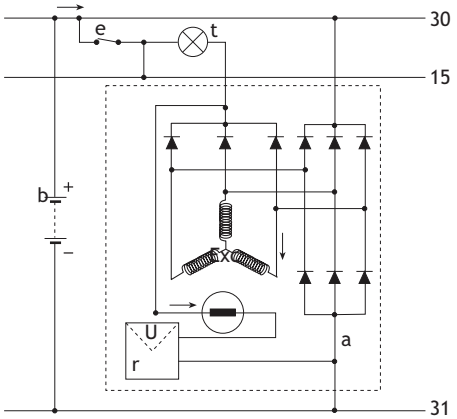
La polea que transmite el giro desde el cigüeñal a la correa consta de tres partes (Figura 10.58).

– Una parte central, constituida por un núcleo ferroso a través del cual recibe el giro del cigüeñal (3).
– Un núcleo de goma montado sobre esta (2).
– Otro núcleo ferroso en su parte exterior, que es donde se encuentra la correa que hará girar al rotor del alternador (1).



1 Núcleo ferroso interior
2 Núcleo de goma
3 Núcleo ferroso exterior

10.58. Partes de que consta la polea de transmisión.



a Conjunto del alternador (inducidas e inductoras), puente rectificador y regulador
b Batería
e Llave de contacto
t Testigo luminoso del cuadro de instrumentos
r Regulador
30 Línea de positivo directo de batería
15 Línea de positivo con la llave de contacto accionada
31 Línea de masa

10.59. Circuito de preexcitación del alternador.

Cuando la parte intermedia de goma se desgasta, el núcleo ferroso interior gira con el cigüeñal pero el núcleo ferroso exterior no lo hace a la misma velocidad, ya que patina sobre el núcleo de goma intermedio.

Este núcleo de goma lo llevan los automóviles en los que el compresor del aire acondicionado recibe el giro del mismo eje que el alternador. Su función es absorver los tirones que produce la conexión y desconexión del compresor.

8.3 > El piloto no llega a iluminarse

En caso de que el piloto no se ilumine, la avería podría ser que el propio piloto se hubiera fundido. Según hemos estudiado en la unidad didáctica 9, el piloto (t) (Figura 10.59) está en serie con las bobinas inductoras (Exc) en la fase de preexcitación, razón por la cual, si el piloto está fundido, no les llegará intensidad y no existirá campo magnético en las bobinas inductoras no produciendo por tanto electricidad.

Actividades propuestas

19·· ¿Qué debemos tener en cuenta en cuanto al mantenimiento del alternador?

20·· ¿Cuáles son las averías más frecuentes del alternador?

21·· ¿Qué causas pueden provocar que la luz del cuadro de instrumentos relativa a la carga de la batería se encienda y se apague aleatoriamente?

Actividades finales

1·· Para efectuar el desmontaje del alternador, ¿qué herramientas necesitaremos?

2·· ¿Para qué operación utilizaremos la pistola neumática en el desmontaje del alternador?

3·· ¿Cómo eliminaremos el desplazamiento axial del eje de las bobinas inductoras?

4·· ¿Qué pruebas realizaremos para comprobar los diodos del puente rectificador nanodiodo?

5·· ¿Cómo comprobarías el aislamiento a masa de las bobinas inducidas del alternador?

6·· ¿Cómo actuaremos para comprobar la resistencia de cada una de las bobinas que componen el inducido?

7·· ¿En qué consiste la prueba de carga y máxima potencia del alternador sobre el banco eléctrico?

8·· ¿Qué información sobre los automóviles nos facilitan los fabricantes de los aparatos de autodiagnóstico junto con ellos?

9·· ¿Qué problema nos puede acarrear el hecho de que se nos derrame gasóleo sobre el alternador?

10·· Si se ha gastado el núcleo de goma que hay en contacto con la polea de accionamiento del alternador, ¿cómo se comporta el piloto del cuadro de instrumentos?

11·· Determina si son ciertas o no las siguientes afirmaciones:

a) Siempre que utilicemos la máquina de autodiagnóstico lo haremos con el motor térmico parado.
b) Para comprobar que un hilo conductor no está cortado en ningún punto utilizaremos el polímetro en la posición de continuidad.
c) Para comprobar el aislamiento a masa de las bobinas inductoras del alternador utilizaremos el polímetro en la posición de voltaje.
d) Para efectuar la prueba de carga y máxima potencia del alternador, lo colocaremos sobre el banco eléctrico, primero a 2 500 rpm y después a 5 000 rpm.
e) Para comprobar que no existe cortocircuito en las bobinas inducidas de un alternador utilizaremos un roncador.
f) Cuando el polímetro nos esté indicando aislamiento a masa, en su pantalla aparecerá un 1 seguido de un punto.
g) Cuando apretemos los tornillos y tuercas al juntar las dos tapas del alternador, lo haremos apretando fuertemente uno de los tornillos y, a continación, el resto siguiendo el orden que nos indica el sentido de las agujas del reloj.

12·· Identifica en el vehículo familiar la situación del alternador indicando:

a) Posición del motor térmico del vehículo.
b) Lado en el que se encuentra el alternador.

13·· Realiza un estudio comparativo de los resultados obtenidos por tus compañeros en la actividad anterior completando la tabla según los automóviles estudiados:

Posición del motor térmico en el vehículo	Marca	Modelo	Situación del alternador

Caso final

Problemas de carga de la batería

•• Disponemos de un automóvil equipado con un motor diesel en el que la batería, a pesar de encontrarse en buen estado, no se carga.

Queremos saber cuál es el motivo de que suceda esto.

Solución •• Empezaremos efectuando la comprobación del circuito de carga a través del localizador de averías.

Para ello, pondremos en funcionamiento el motor térmico del vehículo y, en el caso que nos ocupa, el localizador nos indica que no le llega tensión a la batería para que esta se pueda cargar.

Al indicarnos la máquina de autodiagnóstico que no le llega tensión a la batería, descartamos que sea esta la que se encuentra en mal estado.

A continuación, y sabiendo que el problema se encuentra en el conjunto del alternador y su regulador, con el motor térmico parado, comprobaremos que la correa no se haya roto y que se encuentre a la tensión indicada por el fabricante.

10.60. Máquina de autodiagnóstico.

Una vez comprobado el perfecto estado de la correa, pondremos en funcionamiento el motor térmico y comprobaremos que el alternador gira perfectamente al ser accionado por la correa.

En caso de que el giro del alternador sea el adecuado, deberemos descartar que el problema se encuentre en el núcleo de goma intermedio de que dispone la polea, ya que, en caso de que estuviera gastado, la correa no tendría un giro regular.

El siguiente paso será observar exteriormente el alternador para fijarnos si la superficie exterior del mismo se encuentra limpia y sin restos de líquidos que se pudieran haber filtrado hacia el interior del alternador. Es aquí donde encontramos líquido derramado en la superfície exterior del alternador.

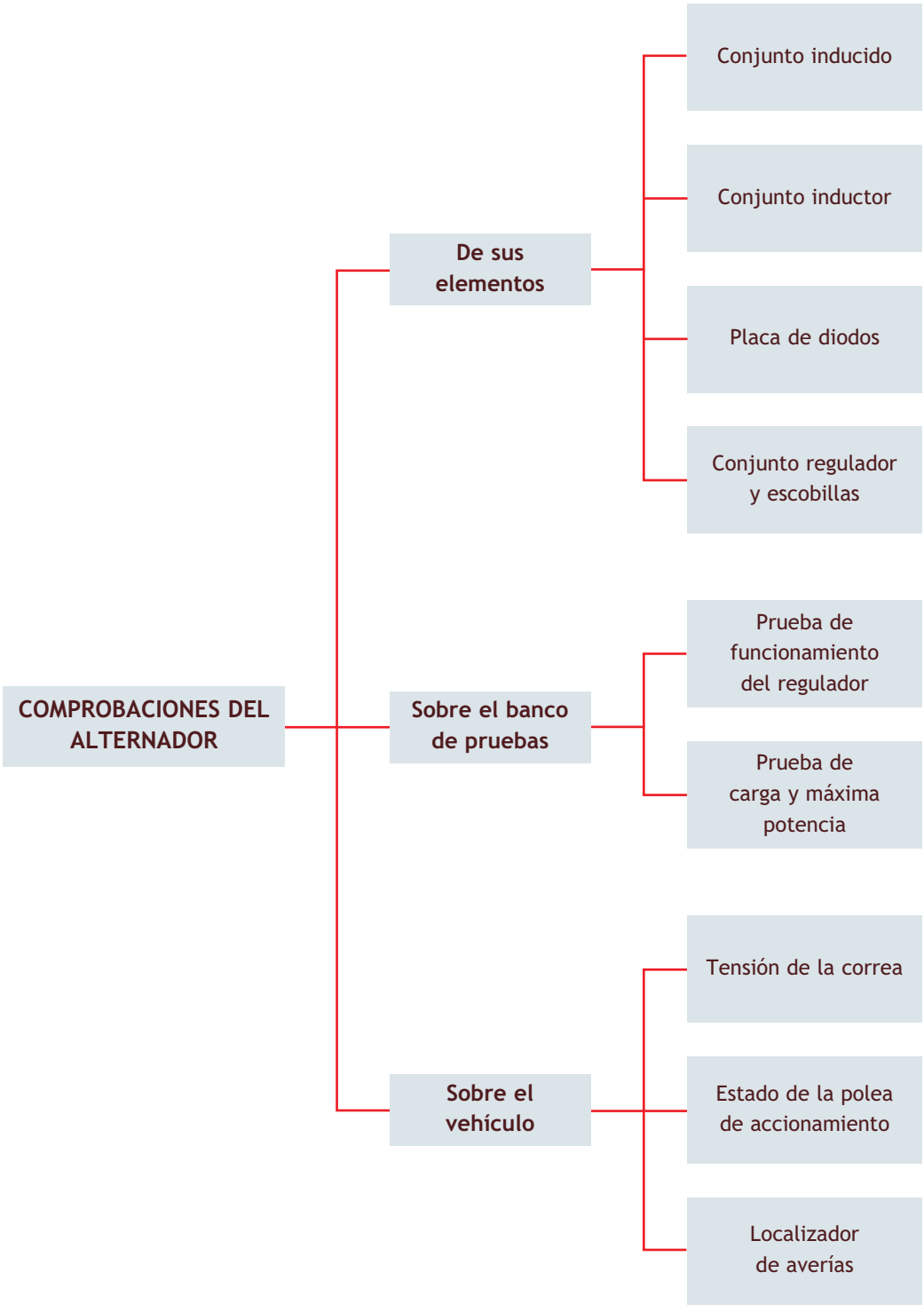
Deberemos fijarnos en los componentes del automóvil que pudieran contener líquidos y que se encuentren cercanos al alternador y a mayor altura que él. Nos encontramos con la canalización de retorno del combustible, de donde sale el líquido que impregna nuestro alternador.

Podemos afirmar que el circuito de carga en sí no tiene ninguna avería, sino que su mal funcionamiento se debe al retorno de combustible.

Resolvemos la anomalía empezando por desmontar el alternador del vehículo, solucionando la pérdida de combustible del retorno y posteriormente separando todos los componentes del alternador y efectuando la limpieza de los mismos sin olvidarnos de cambiar el conjunto de escobillas y regulador, ya que estas probablemente se habrán disuelto al entrar en contacto con el gasóleo.

Una vez efectuadas todas las operaciones que acabamos de describir, el alternador volverá a funcionar correctamente.

Ideas clave

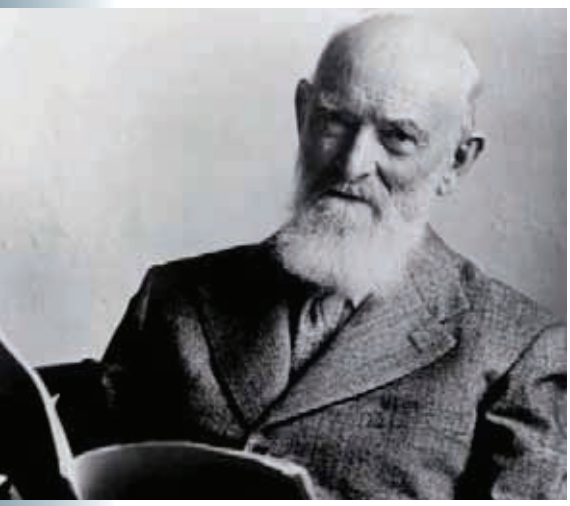

COMPROBACIONES DEL ALTERNADOR
De sus elementos
Conjunto inducido
Conjunto inductor
Placa de diodos
Conjunto regulador y escobillas
Sobre el banco de pruebas
Prueba de funcionamiento del regulador
Prueba de carga y máxima potencia
Sobre el vehículo
Tensión de la correa
Estado de la polea de accionamiento
Localizador de averías

DE LA DINAMO AL ALTERNADOR

Los vehículos motorizados de principìos del siglo xx, no disponían de alumbrado eléctrico. En su lugar, se utilizaban faroles propios de los carruajes de caballos, los cuales funcionaban con lámparas de acetileno o gasolina gasificada.

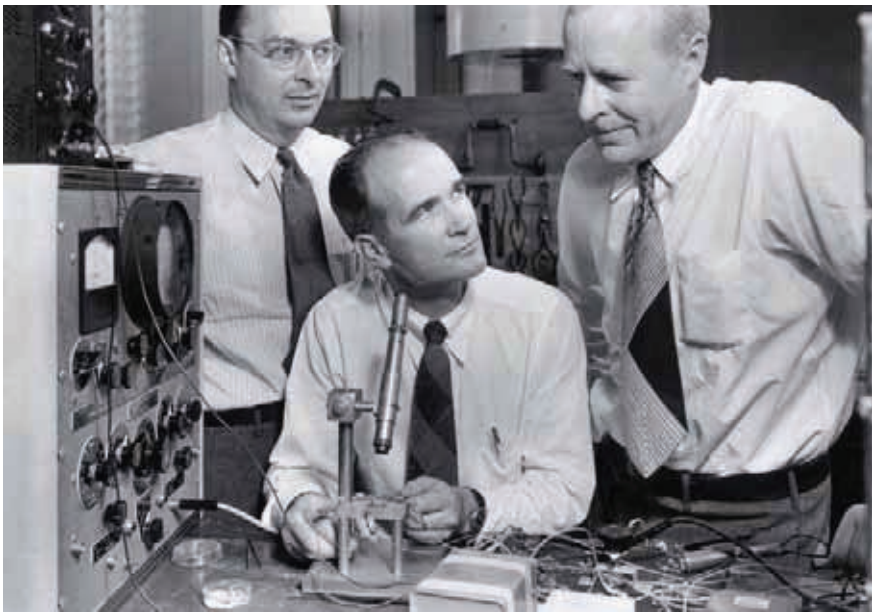
La batería no podía considerarse como una solución, ya que una vez descargada, se debía de cargar otra vez fuera del vehículo.

Alrededor del año 1906, la Robert Bosch creó una versión experimental de dinamo con ruptor de encendido adosado, partiendo de la evolución que esta había experimentado desde Michael Faraday (1831), Hipólito Pixii y sobre todo de la dinamo de Zenobe Gramme (1870).



Estaba formada basicamente por un imán permanente en forma de U, un inducido con colector y un ruptor sobre el extremo del eje del inducido. Pero la dificultad esencial residía en que la tensión proporcionada dependia de la velocidad de rotación del motor.

Por este motivo, tuvieron que desarrollar una dinamo de corriente continua con regulador.



En 1915 pudo realizarse una completa instalación de alumbrado y arranque para vehículos motorizados.

La cosa empezó en el año 1948 cuando en los laboratorios de la compañía estadounidense Bell Telephone, un grupo de científicos inventaron un pequeño dispositivo electrónico llamado transistor, un diminuto aparato capaz de realizar la mayoría de las funciones de los tubos de vacío, que se empleaban en los aparatos electrónicos de aquellos tiempos.

Demostraron que era posible construir un sistema, en estado sólido, que pudiera realizar cualquier función de una válvula electrónica.

Este importante invento ha contribuido, como ningún otro, al gran desarrollo actual de la electrónica y la informática moderna, empleándose comercialmente en todo tipo de aparatos electrónicos, tanto domésticos como industriales.

Por su trabajo con los semiconductores y por el descubrimiento del transistor, Walter Houser Brattain compartió con Shockley y Bardeen en 1956 el Premio Nóbel de Física.

A partir de ese momento, la industria automovilística sufriría una gran revolución, sustituyendo progresivamente las dinamos por alternadores (con diodos rectificadores y reguladores de tensión) como productores de energía eléctrica del vehículo.

Estos alternadores conseguían cargar la batería a bajas revoluciones del motor, consiguiendo una vida más larga de esta.

unidad 11

La batería

SUMARIO

- Necesidad de la batería
- Principio de funcionamiento
- Peligros de una batería
- Características físicas del electrolito
- Características eléctricas de la batería

OBJETIVOS

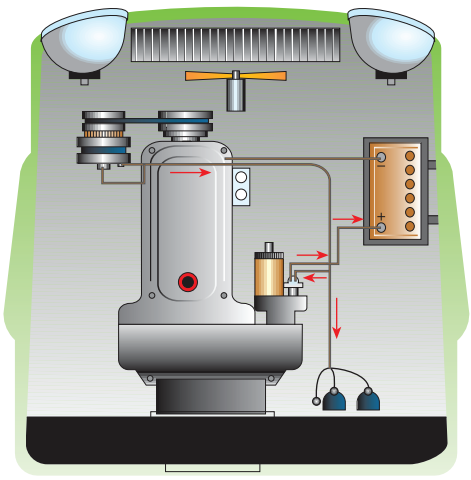
- Comprender la necesidad de que los automóviles incorporen la batería.
- Conocer las reacciones químicas que tienen lugar en el interior de la batería en el proceso de carga y descarga de la misma.
- Identificar los peligros que comportan la carga y descarga de baterías.
- Diferenciar los valores nominales de las distintas características eléctricas de la batería de los valores reales.

1 >> Necesidad de la batería en los automóviles

La batería es un acumulador de electricidad, es decir, recibe energía eléctrica de una fuente exterior, la transforma en energía química y la almacena hasta que la transforma de nuevo en energía eléctrica cuando es requerida (Figura 11.1).

11.1. Batería.

En el automóvil, el alternador es el encargado de facilitar la electricidad necesaria para los distintos servicios (chispa, alumbrado, luneta térmica, radio, etc.), además de ser el que carga la batería (Figura 11.2).



11.2. El alternador está suministrando electricidad a los distintos consumos y carga la batería.

Nuestros móviles también tienen batería

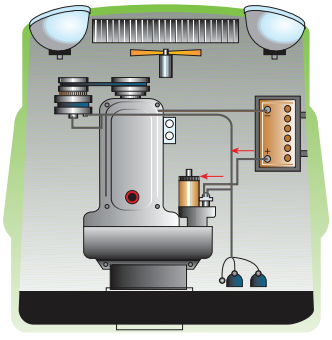
La batería del automóvil realiza la misma función que la de nuestros móviles: las cargamos con electricidad, se descargan por el uso hasta que volvemos a cargarlas y, con el paso del tiempo, hay que sustituirlas.

Recordando el alternador

La batería también se encarga de suministrar la electricidad necesaria a las bobinas inductoras del alternador cuando este empieza a girar (fase de preexcitación) y todavía no puede suministrarse su propia corriente de excitación (fase de autoexcitación).

La batería es indispensable para poner en funcionamiento el motor térmico del vehículo

Si no dispusiéramos de batería, hoy en día sería imposible poner en funcionamiento el motor térmico del vehículo ya que, con el giro manual que deberíamos dar desde el exterior al cigüeñal, nunca llegaríamos a una velocidad suficiente para que el alternador alcanzara los 10 voltios necesarios para conseguir que la unidad de control se pusiera en funcionamiento y activara los circuitos auxiliares del motor (chispa, bomba de gasolina, etc.).

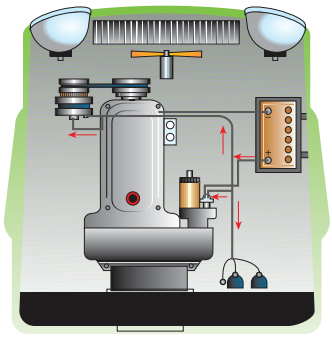


11.4. La batería está suministrando electricidad al motor de arranque.

Cuando el alternador no está generando electricidad porque el motor térmico está parado, es la batería la encargada de suministrar esta electricidad (Figura 11.3).

El conjunto formado por el alternador y la batería se denomina circuito de carga.

Así pues, cuando el alternador está generando electricidad, la suministra a los distintos servicios y carga la batería, pero cuando no está funcionando es la batería la encargada de facilitar la electricidad a los distintos consumos.



11.3. La batería está suministrando electricidad a los distintos consumos y al conjunto inductor del alternador.

Al mismo tiempo, al estar en paralelo la batería y el alternador, la batería hace de estabilizador de la corriente compensando las sensibles variaciones de la tensión de salida del conjunto alternador-regulador.

En cualquier caso, hay un consumo que nunca se podrá alimentar con el alternador: el motor de arranque, ya que, al ser el encargado de poner en funcionamiento el motor térmico del vehículo, necesita electricidad en unas condiciones en las que el alternador nunca está generándola (Figura 11.4).

La batería es la encargada de suministrar electricidad al motor de arranque para poner en funcionamiento el motor térmico del vehículo, al mismo tiempo que facilita electricidad a los distintos servicios cuando el motor térmico no está en funcionamiento.

Sin batería, cuando estuviéramos estacionados no podríamos escuchar música en la radio, no podríamos poner las luces de emergencia, no podríamos bajar las ventanillas, etc.

Actividades propuestas

1·· ¿Cuál es la misión de la batería en el automóvil?

2·· ¿Qué elemento del automóvil es el encargado de cargar la batería?

2 >> Componentes de una batería

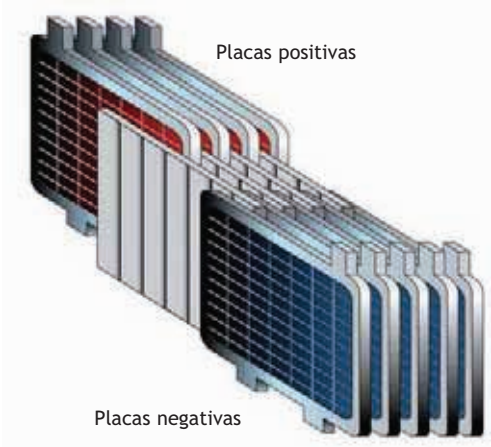
Las baterías están constituidas por un recipiente en forma de prisma rectangular con unos orificios con tapa en su parte superior.

En el interior de la batería hay unas separaciones que forman recipientes aislados unos de otros llamados vasos (Figura 11.5).

En general, las baterías de los turismos tienen seis vasos mientras que la de camiones y autobuses suelen tener doce.

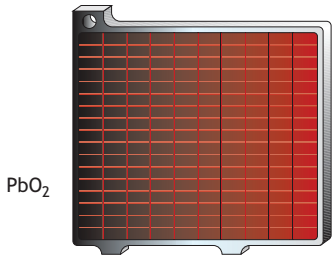
En el interior de cada vaso, tenemos un líquido denominado **electrolito**, que está **constituido** por **agua destilada (H_2O)** y **ácido sulfúrico (H_2SO_4).**

Sumergidas en el interior del vaso, hay unas placas positivas y otras negativas intercaladas entre sí. Siempre hay una placa negativa más que positiva. Las placas positivas están separadas de las placas negativas por un separador fabricado con material aislante, constituyendo este conjunto de placas un bloque compacto (Figura 11.6).

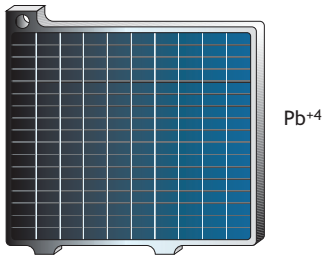


11.6. Conjunto de placas positivas, separadores y placas negativas.

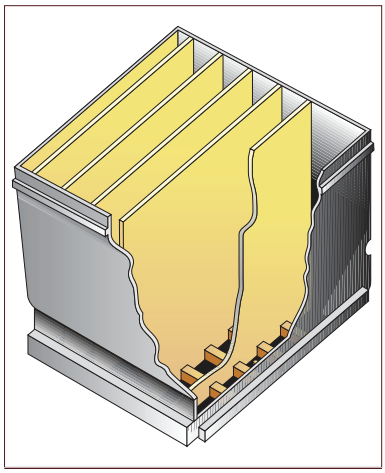
Las placas están constituidas por unas rejillas de plomo con antimonio. En cada uno de sus huecos tenemos materia activa: peróxido de plomo (PbO_2), en las placas positivas, y plomo esponjoso (Pb^{+4}), en las placas negativas (Figuras 11.7.a y 11.7.b).



11.7.a. Composición de la placa positiva.



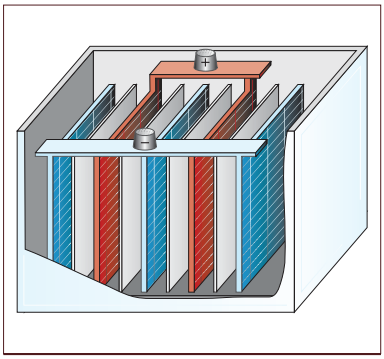
11.7.b. Composición de la placa negativa.



11.5. Vasos de una batería.

La batería se encuentra instalada en unas montañas rusas...

Conviene recordar que la batería de automóviles está sujeta a continuos movimientos. Es por ello por lo que el conjunto de placas positivas y negativas debe constituir un bloque compacto, razón por la que debemos aislar completamente las placas ya que deben estar en permanente contacto.

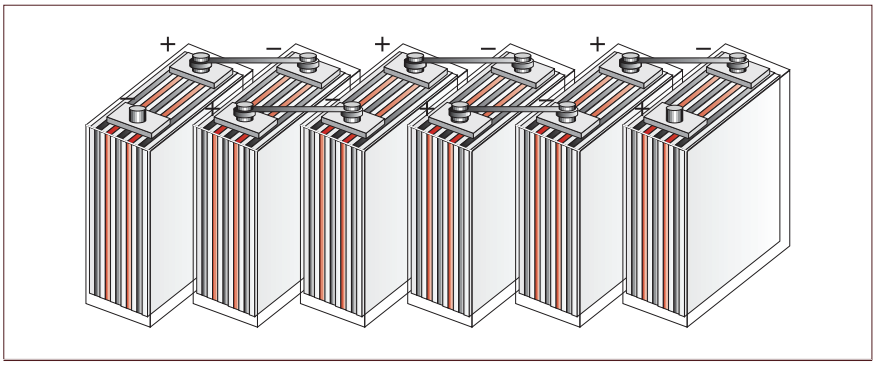


11.8. Unión entre placas positivas y placas negativas dentro de un vaso.

Las placas se encuentran apoyadas sobre unos nervios que sirven para evitar que, en caso de desprenderse una pequeña parte de la materia activa, esta realice un cortocircuito entre las placas positivas y las negativas.

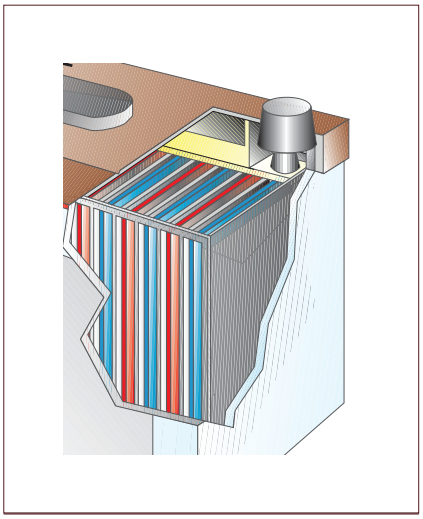
El conjunto de placas positivas de cada vaso está unido por su parte superior a un único conductor o puente de unión, constituyendo una unión en paralelo entre placas. Igualmente, el conjunto de placas negativas está unido de la misma manera (Figura 11.8).

Los dos conductores que salen de cada vaso están unidos en serie con los conductores resultantes de los vasos contiguos (Figura 11.9).

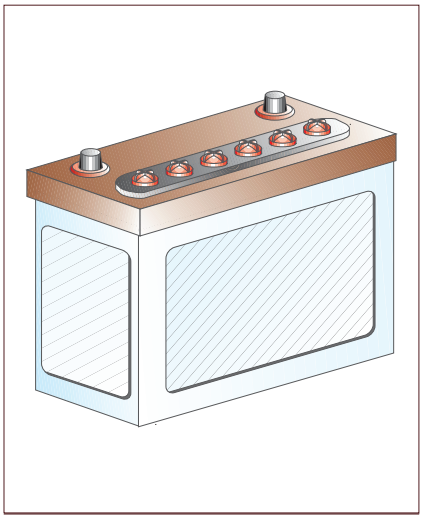


11.9. Unión entre los distintos vasos.

En cada extremo de la batería, por su parte exterior, se hallan los bornes. Hay un borne positivo y otro negativo. Estos bornes no son más que los conductores libres de los vasos extremos (Figura 11.10).



11.10.a. Bornes de la batería. Vista interna.

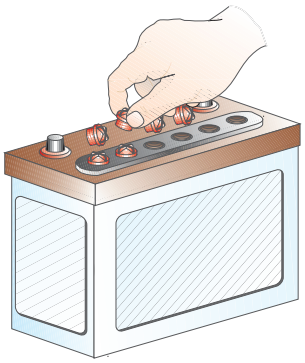


11.10.b. Bornes de la batería. Vista externa.

En cada vaso se puede alcanzar una tensión máxima de 2,2 V. Por tanto, una batería de seis vasos, cuando esté totalmente cargada, tendrá 2,2 V · 6 vasos = 13,2 V de tensión, que son las baterías que denominamos de 12 V. Otra batería que tenga 12 vasos, tendrá una tensión de 2,2 V · 12 vasos = 26,4 V: son las baterías denominadas de 24 V.

Cada vaso presenta en su parte superior un orificio, que es por donde se efectúa la primera carga del electrolito y el posterior mantenimiento.

Estos orificios disponen de un tapón para que el electrolito no se derrame cuando el automóvil esté en movimiento (Figura 11.11).



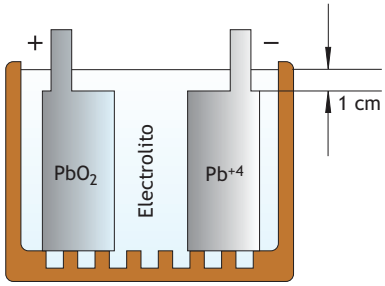
11.11. Orificios de llenado con tapón.

Dichos tapones tienen un orificio para facilitar la salida de los gases producidos durante los procesos de carga y descarga de la batería, que se estudian en el siguiente apartado.

El nivel del electrolito deberá sobrepasar en un centímetro la altura de las placas.

En la Figura 11.12 está representado el interior de un vaso en el que podemos identificar una placa positiva y una negativa, rodeadas ambas por el electrolito.

En la parte inferior de la Figura 11.12, aparecen los nervios sobre los que se apoyan las placas para no tocar la parte inferior del vaso y así evitar cortocircuitos.



11.12. Nivel del electrolito.

Actividades propuestas

3·· ¿Cuántos son, en general, el número de vasos que tiene la batería de un turismo?

4·· ¿A qué se le llama electrolito?

5·· ¿Qué sustancias componen el electrolito?

6·· ¿Qué sustancia compone la materia activa de la placa positiva de una batería? ¿Y de la negativa?

7·· ¿Qué elemento nos encontramos entre la placa positiva y la negativa?

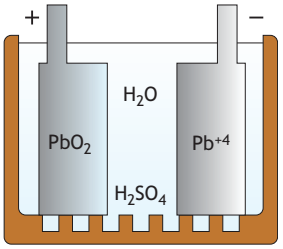
8·· ¿Cómo está conectado eléctricamente un vaso con el de al lado?

3 >> Funcionamiento interno de una batería

A continuación, pasaremos a estudiar las reacciones químicas que tienen lugar en el interior de la batería. Para ello, hemos representado un vaso en la figura 11.13. Efectuaremos el estudio para una única placa positiva y una de negativa.

Agua destilada H_2O

El agua deberá ser destilada, ya que en caso contrario el cloro (Cl), el calcio (Ca), las sales minerales, etc. que contiene el agua entrarían a formar parte de las reacciones químicas e inutilizarían de la batería.



11.13. Vaso con electrolito, una placa positiva y una placa negativa.

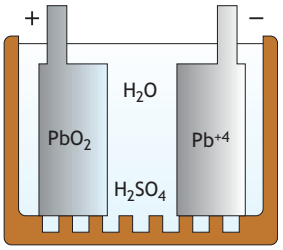
En el interior del vaso, tenemos el electrolito que, como ya hemos indicado anteriormente, está formado por agua destilada (H_2O) y ácido sulfúrico (H_2SO_4). La proporción aproximada de ambos líquidos es de una parte de ácido por cada dos partes de agua.

Para comprender las comprobaciones que se deben efectuar con la batería, conviene saber que la densidad del agua destilada es de 1 g/cm^3 mientras que la densidad del ácido sulfúrico es de 1,81 g/cm^3, lo que significa que **la densidad del ácido sulfúrico es casi el doble de la del agua destilada**, siendo la densidad del electrolito cuando la batería está completamente cargada de 1,285 g/cm^3.

3.1 > Reacciones químicas del proceso de descarga de la batería

Entendemos por descarga de la batería al proceso mediante el cual la batería proporciona electricidad a un circuito exterior. Durante este proceso tienen lugar unas reacciones químicas en el interior de la batería que proporcionan electricidad en sus bornes.

En la figura 11.14 se encuentra representado un vaso con el electrolito y la placa positiva y la negativa en su interior.



11.14. Vaso con electrolito, una placa positiva y una placa negativa.

Durante el proceso de descarga de la batería, se descomponen el ácido sulfúrico y el peróxido de plomo.

– En el electrolito, el ácido sulfúrico se descompone de esta forma:

$$H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4{}^=$$

– En la placa positiva, el peróxido de plomo se descompone así:

$$PbO_2 \rightarrow Pb^{2+} + O_2{}^=$$

Los iones resultantes de estas descomposiciones se reagrupan formando agua en el electrolito y sulfato de plomo en las placas.

– En el electrolito, agua:

$$2H^+ + O^= \rightarrow H_2O$$

– En las placas, sulfato de plomo:

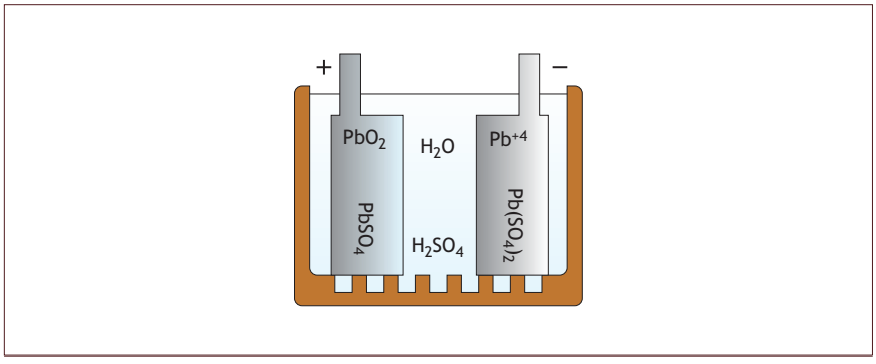
• En la placa positiva:

$$Pb^{2+} + SO_4{}^= \rightarrow Pb\ SO_4$$

• En la placa negativa:

$$Pb^{4+} + SO_4{}^= \rightarrow Pb\ (SO_4)_2$$

Como consecuencia de estas reacciones químicas, el vaso queda como se observa en la Figura 11.15.



11.15. Componentes de la batería cuando está parcial o totalmente descargada.

3.2 > Reacciones químicas del proceso de carga de la batería

La carga de la batería es el proceso mediante el cual se le proporciona electricidad desde el exterior a la batería.

Durante este proceso, y debido a la electricidad que se le proporciona a sus bornes, tienen lugar unas reacciones químicas en el interior de la batería que permiten almacenar electricidad en ella.

Técnica

La electrólisis del agua

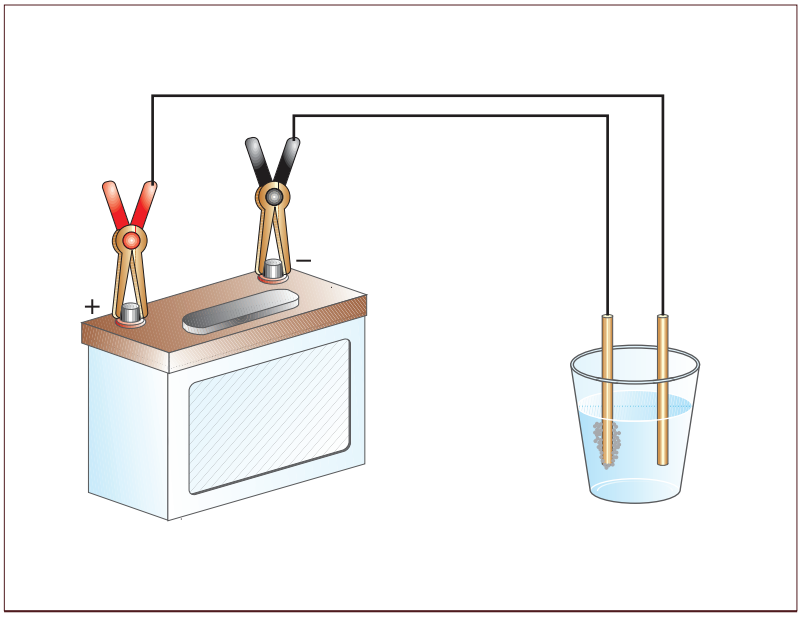
•• El objetivo de esta práctica es poder visualizar qué le ocurre al agua cuando, como conductora que es, la aprovechamos para cerrar con ella un circuito eléctrico.

Materiales

- 1 recipiente transparente
- 1 batería
- 2 cables conductores de 20 cm
- Agua con sal

Desarrollo •• Colocaremos el agua con sal en el interior del recipiente y conectaremos los dos cables, uno a cada borne de la batería, introduciendo sus extremos libres en el interior del recipiente (Figura 11.16).

Se observa que, en el extremo que está sumergido y conectado al borne negativo de la batería, se desprenden unas pequeñísimas burbujas.



11.16. Elementos necesarios para efectuar la electrólisis del agua.

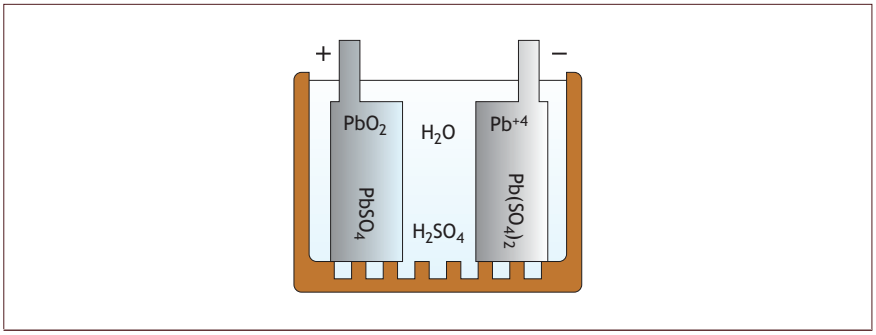
Como sabemos, el agua está constituida por una molécula representada por H_2O, lo que significa que tiene átomos de oxígeno y de hidrógeno.

Además, el agua es líquida a temperatura y presión ambiente, mientras que el oxígeno y el hidrógeno, en las mismas condiciones, son gases.

Las burbujas que se están formando en el recipiente no son más que hidrógeno y oxígeno resultantes de la descomposición del agua.

Denominamos electrólisis a la descomposición del agua en iones de oxígeno y de hidrógeno a partir de electricidad.

En la Figura 11.17 se representa un vaso con el electrolito y la placa positiva y la negativa en su interior cuando la batería está parcialmente descargada.



11.17. Composición química de la batería cuando está total o parcialmente descargada.

Según la técnica que acabamos de realizar, cuando el agua se encuentra sometida a un voltaje, tiene lugar en ella el fenómeno de la electrólisis, descomponiéndose en oxígeno e hidrógeno. Esto es lo que ocurre en el proceso de carga de la batería, cuando sometemos a un voltaje al agua destilada que contiene en su interior.

Durante el proceso de carga de la batería, se descomponen el agua destilada y el sulfato de plomo.

– En el electrolito, el agua destilada se descompone de esta forma:

$$H_2O \rightarrow 2H^+ + O^=$$

– En las placas positivas, el sulfato de plomo I:

$$Pb\ SO_4 \rightarrow Pb^{2+} + SO_4{}^=$$

– En las placas negativas, el sulfato de plomo II:

$$Pb\ (SO_4)_2 \rightarrow Pb^{4+} + SO_4{}^=$$

Los iones resultantes se reagrupan formando:

– En el electrolito, ácido sulfúrico:

$$2H^+ + SO_4{}^= \rightarrow H_2SO_4$$

– En las placas:

• En la positiva, peróxido de plomo:

$$Pb^{2+} + O_2{}^= \rightarrow PbO_2$$

• En la negativa, plomo esponjoso:

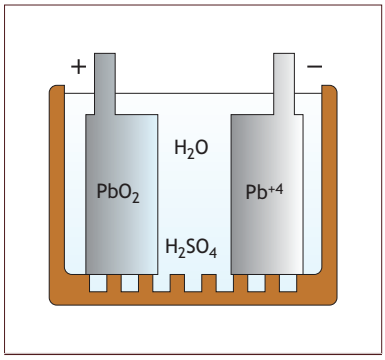
$$Pb^{4+}$$

Como consecuencia de las reacciones químicas, el vaso quedará según podemos observar en la Figura 11.18.

Vocabulario

Sulfato de plomo I: es la molécula cuya fórmula es $Pb\ SO_4$.

Sulfato de plomo II: es la molécula cuya fórmula es $Pb(SO_4)_2$.



11.18. Componentes de la batería cuando está cargada.

Actividades propuestas

9·· ¿Cuál es la densidad del ácido sulfúrico a 20 °C? ¿Y la del agua a la misma temperatura?

10·· ¿Qué densidad deberá tener a 20 °C el electrolito cuando se encuentre cargada completamente la batería?

11·· ¿Por qué razón, para saber el estado de carga de una batería, medimos la densidad del electrolito?

12·· ¿A qué denominamos electrólisis del agua?

13·· Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

a) Durante la carga de la batería, disminuye la cantidad de agua que posee el electrolito.
b) Durante la carga, se produce sulfato de plomo en las placas.

4 >> Consecuencias de la descarga de la batería

Como consecuencia de las reacciones químicas que tienen lugar durante el proceso de descarga de la batería, se produce en ella:

– Una disminución de la densidad del electrolito.
– Sulfatación de las placas.
– Sobrecalentamiento de la batería.
– Sobredescarga de la batería.

4.1 > Disminución de la densidad del electrolito

Durante la descarga, el ácido sulfúrico del electrolito se descompone y se crea agua.

De este modo, varía la densidad del electrolito, ya que tendrá una menor concentración de ácido sulfúrico.

Esta característica nos permite conocer el estado de carga de la batería midiendo la densidad del electrolito.

4.2 > Sulfatación de las placas

Durante la descarga de la batería, debido a que el $SO_4^=$ reacciona con el plomo de las placas positivas y negativas, se forma sulfato de plomo I ($PbSO_4$) y sulfato de plomo II ($Pb(SO_4)_2$), que van recubriendo la superficie de las placas.

Estas reacciones son reversibles, es decir, si proporcionamos electricidad desde el exterior se producen las reacciones de carga de la batería y si ponemos un consumo a la batería tienen lugar las reacciones de descarga.

Habitualmente, pasamos de las reacciones de carga a las de descarga sin ninguna dificultad pero, con el paso del tiempo, empiezan a aparecer zonas en las que el sulfato ya no vuelve a descomponerse en ácido sulfúrico, quedando poco a poco las placas con mayor cantidad de sulfato.

Este fenómeno se puede frenar manteniendo la batería siempre cargada y con el nivel correcto de electrolito.

En cambio, se acelera si descargamos excesivamente la batería y llegamos a una densidad del orden de 1,11 g/cm^3.

4.3 > Sobrecalentamiento de la batería

El sobrecalentamiento se produce cuando sometemos a la batería a un régimen de descarga alto —cuando sale mucha intensidad de ella— o bien a un régimen de descarga medio durante un tiempo excesivo.

Cuando se produce una de las dos situaciones anteriores, se genera calor por efecto joule, el cual no tiene tiempo de ser evacuado al exterior, de ahí que la batería vaya aumentando su temperatura.

El problema que se nos plantea cuando la batería aumenta su temperatura por encima de los valores normales es que las rejillas que constituyen las placas, fabricadas en plomo con antimonio, se dilatan.

La batería siempre está consumiendo

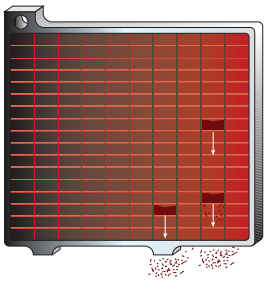
Acostumbramos a tener problemas de carga de la batería cuando la hemos dejado sin carga durante un período largo de tiempo. En las baterías, igual que en las pilas, cuando ya han sido utilizadas alguna vez las reacciones de descarga siguen avanzando de forma muy lenta aunque no les pongamos ningún consumo.

La electricidad y el calor

Igual que con el resto de conductores y maquinas eléctricas, siempre que pasa intensidad por la batería, se produce calor por efecto joule.

Al dilatarse las rejillas, aumenta el tamaño de la cuadrícula interna y se desprende de ellas la materia activa, ocasionando dos problemas (Figura 11.19):

– Por un lado, perdemos directamente materia activa, lo que proporcionará menor capacidad de la batería.
– Por otro lado, si cae demasiada materia activa al fondo de los vasos, a pesar de que las placas no tocan el fondo de los mismos, la cantidad de materia activa desprendida puede ser suficiente para provocar el cortocircuito de las mismas.



11.19. Dilatación de la rejilla y pérdida de la materia activa.

4.4 > Sobredescarga de la batería

La sobredescarga se produce en la batería cuando la sometemos a un régimen de descarga rápida, como ocurre al activar el motor de arranque para poner en funcionamiento el motor térmico. En la descarga rápida, el plomo de las placas reacciona con el ácido sulfúrico del electrolito formando sulfato de plomo en las placas y agua en el electrolito.

Así, en la inmediaciones de las placas disminuye la cantidad de ácido sulfúrico y, además, aumenta la cantidad de agua. Esto hace que el electrolito cercano a las placas quede altamente diluido, no encontrando las placas ácido sulfúrico para continuar con las reacciones químicas. Esta es la razón por la que, si el motor térmico no arranca a la primera, soltamos la llave de contacto o el pulsador que acciona el motor de arranque, esperamos unos segundos y lo volvemos a intentar.

Esperando unos segundos, lo que hacemos es dejar que el electrolito fluya y quede todo él homogéneo, volviendo a tener ácido sulfúrico en las inmediaciones de las placas. El agua formada debe tener tiempo para ocupar todo el volumen de la batería, al mismo tiempo que el ácido sulfúrico también debe poder acercarse a las placas.

Actividades propuestas

14·· ¿Cuáles son las consecuencias del proceso de descarga de una batería?

15·· ¿La sulfatación tiene lugar en las placas positivas o negativas?

16·· ¿Cuál es la razón por la que, en caso de no ponerse el motor térmico en funcionamiento en el primer intento, debemos esperar unos segundos para efectuar el segundo intento?

5 >> Consecuencias de la carga de la batería

Como consecuencia de las reacciones químicas que tienen lugar durante la carga de la batería, se produce en ella:

– Un aumento de la densidad del electrolito.
– Peligro de explosión.
– Pérdida de agua destilada.

5.1 > Aumento de la densidad del electrolito

Hemos visto que durante la carga de la batería se descompone el agua destilada del electrolito y se crea ácido sulfúrico. Como la densidad del ácido sulfúrico es casi el doble de la del agua destilada (1,81 g/cm^3 y 1 g/cm^3), el nuevo electrolito contendrá mayor concentración de ácido, aumentando así su densidad.

De este modo, se puede conocer el estado de carga de la batería midiendo la densidad del electrolito.

5.2 > Peligro de explosión

Durante la carga de la batería, debido a la descomposición del agua destilada que tiene lugar en su interior, una parte del oxígeno y del hidrógeno no reacciona con las placas y sale al exterior en forma de gas.

Si la carga de la batería la realiza el alternador mientras estamos circulando, no tiene ninguna importancia que se desprendan gases de la batería, ya que salen al exterior por los orificios que los tapones de la batería tienen a tal fin y la propia velocidad del automóvil los deja rápidamente atrás.

En cambio, si la carga se efectúa en un local, este deberá estar debidamente ventilado, ya que de lo contrario los gases se quedan en las inmediaciones de la batería. En estas condiciones, si apareciera un punto caliente cerca de ellos se produciría nuevamente la unión del oxígeno y del hidrógeno para formar agua, reacción química que tendría lugar mediante una explosión tanto mayor cuanto mayor fuera la concentración de gases.

Simplemente la chispa que se produce en la desconexión de la pinza de unión entre el cargador y la batería puede provocar la explosión.

Para evitar explosiones al cargar la batería, debemos hacer lo siguiente:

– En caso de cargarla fuera del automóvil:
  - Conectar en primer lugar las pinzas del cargador a la batería y en segundo lugar poner en marcha el cargador.
  - Desconectar en primer lugar el cargador y en segundo lugar las pinzas.
– En caso de utilizar una batería auxiliar para poner en funcionamiento el motor térmico:
  - Conectar el borne positivo de la batería auxiliar con el borne positivo de nuestra batería y a continuación conectar el borne negativo de la batería auxiliar con la masa de nuestro automóvil y no con su borne negativo.
  - Desconectar en primer lugar el borne negativo fijado a masa y a continuación el resto de las pinzas en orden inverso al utilizado para conectarlas.

El hidrógeno como combustible

El funcionamiento de los motores que tienen como combustible el hidrógeno se basa en la explosión que tiene lugar al reaccionar el oxígeno con el hidrógeno cuando hay un punto caliente.

¿Por qué no debemos unir el negativo de la batería auxiliar con el negativo de la batería descargada?

En caso de conectar el negativo de la batería auxiliar con el negativo de la batería del vehículo, si la del vehículo está muy descargada saldrá una gran intensidad de la batería auxiliar hacia la batería descargada produciendo una caída interna en la batería auxiliar y dejando una tensión eficaz en bornes insuficiente para poner en funcionamiento el motor térmico del vehículo.

Práctica 17

Durante la descarga de la batería, también se puede originar una explosión. Es el caso de un sobrecalentamiento excesivo producido por un cortocircuito entre su borne positivo y su borne negativo. Al someter a la batería a cortocircuito, tienen lugar las reacciones químicas de descarga de la batería anteriormente descritas, en las que se libera hidrógeno del electrolito que debe reaccionar con el oxígeno de la materia activa de las placas positivas.

La gran cantidad de hidrógeno liberado en un cortocircuito no tiene tiempo de reaccionar con el oxígeno de las placas y sale al exterior a través de los orificios de los tapones de llenado, acumulándose en las cercanías de la batería. Al salir al exterior, el hidrógeno se encuentra con el conductor que ha provocado el cortocircuito que, por efecto joule se puede encontrar al rojo vivo, lo que le proporciona el detonante para que, junto con el oxígeno del aire, tenga lugar la explosión de la batería.

5.3 > Pérdida de agua destilada

Debido a que una parte del agua destilada que contiene nuestro electrolito se descompone y sale al exterior del recipiente en cada carga de la batería, la pérdida de agua destilada, aunque pequeña, es constante. Por esta razón, en las revisiones periódicas deberemos mirar el nivel del electrolito y, en caso de ser insuficiente, introducir agua destilada y no ácido sulfúrico, ya que este no desaparece.

Mientras dura el proceso de carga de la batería, hay que controlar su temperatura. En caso de que le falte agua destilada, la temperatura subiría excesivamente por efecto joule, pudiendo provocar el desprendimiento de la materia activa de las placas y con él la destrucción de la batería.

La batería y el motor térmico

Conviene tener presente que siempre que está en funcionamiento el motor térmico la batería se está cargando.

El ácido sulfúrico y el plomo

El ácido sulfúrico no ataca al plomo en condiciones normales, pero sí lo hace a altas temperaturas, por lo que, en caso de alcanzarlas, el ácido destruiría las placas.

Actividades propuestas

17·· ¿Cuáles son las consecuencias del proceso de carga de la batería?

18·· Pon tres ejemplos de situaciones a partir de las cuales se puede provocar la explosión de una batería.

19·· ¿Cuáles son las causas por la que puede explotar una batería?

20·· ¿Qué relación existe entre controlar la temperatura de la batería durante su carga y la pérdida de agua destilada?

21·· Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

a) Durante el proceso de descarga de la batería, aumenta la cantidad de agua destilada del electrolito y disminuye la cantidad de ácido sulfúrico.
b) Durante el proceso de carga de la batería, aumenta la cantidad de agua destilada del electrolito y disminuye la cantidad de ácido sulfúrico.
c) La carga de la batería se debe realizar en un local bien ventilado para que el ácido, que es muy explosivo, pueda escapar a la atmósfera y no se concentre cerca de la batería.
d) La sulfatación de las placas se produce durante la carga de la batería.
e) Las placas están constituidas por una malla de materia activa y, en su interior, llevan plomo con antimonio para hacerlas más compactas.
f) Una batería en la que el líquido que contiene se encuentra a 1,285 g/cm^3 está totalmente cargada.
g) El electrolito que contiene la batería está formado por agua destilada y ácido sulfúrico.

6 >> Propiedades físicas de una batería

Las propiedades físicas de la batería que vamos a estudiar son la viscosidad y la densidad.

6.1 > Viscosidad

El electrolito de la batería, como líquido que es, tiene viscosidad. Igual que ocurre con los aceites, su viscosidad está íntimamente relacionada con la temperatura a la que se encuentra.

Así pues, cuando la temperatura ambiente sea baja (cercana o por debajo de cero grados), al electrolito le costará más desplazarse por el interior de la batería y las reacciones químicas tendrán lugar con mayor dificultad. En caso necesario, pondremos en funcionamiento las luces del automóvil durante unos minutos y así, por efecto joule, conseguiremos aumentar la temperatura de la batería pudiendo poner el motor térmico en funcionamiento con mayor facilidad.

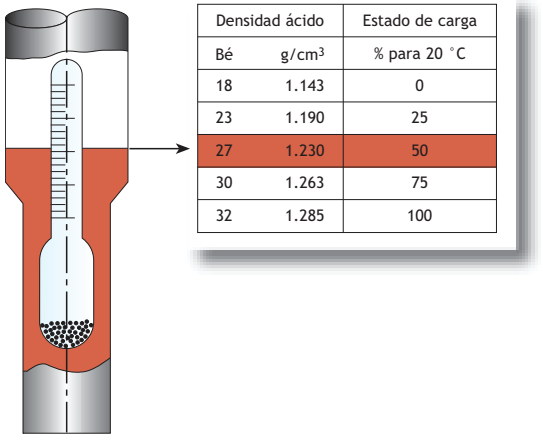
También conseguiremos aumentar la temperatura de la batería en cada intento que hagamos para poner en funcionamiento el motor térmico, al pasar electricidad hacia el motor de arranque. El problema de esta opción es que si nos pasamos de intentos o de duración de los mismos, podemos descargar la batería.

6.2 > Densidad

Hemos estudiado que la densidad del electrolito varía según el estado de carga de la batería. Por esta razón, mediante la lectura de la densidad del electrolito, podemos saber el estado de carga de la batería.

En las baterías, se utiliza como unidad de medida de la densidad en g/cm^3, pero también se utilizan los grados Baumé (°Bé).

En la Figura 11.20 encontramos las equivalencias entre los valores de la densidad expresados en g/cm^3, °Bé y cantidad de carga de la batería.



Densidad ácido		Estado de carga
Bé	g/cm^3	% para 20 °C
18	1.143	0
23	1.190	25
27	1.230	50
30	1.263	75
32	1.285	100

11.20. Relación entre g/cm^3, °Bé y cantidad de carga de la batería.

Vocabulario

Viscosidad: llamamos viscosidad al rozamiento interno de los líquidos. Dicho de otra manera, es la dificultad que tiene una capa de líquido para desplazarse sobre otra capa del mismo líquido.

Vocabulario

Densidad: entendemos por densidad la cantidad de materia que cabe en un cm^3.

Podemos entender el concepto utilizando el siguiente símil:

Si disponemos de agua y la colocamos dentro de un cubo de 1 cm^3, el agua llenará todo el espacio de que dispone. En cambio, si lo que introducimos en el interior del cubo es una esponja, quedarán partes sin llenar. Siguiendo con el símil, diríamos que la densidad del agua es muy superior a la de la esponja, ya que en 1 cm^3 habrá más masa de agua que de esponja.

Relación entre los grados Baumé y los g/cm^3

La relación existente entre los grados °Baumé y los g/cm^3 es:

$$g/cm^3 = \frac{145}{145 - {}^\circ Bé}$$

Según la Figura 11.20, una batería cargada debe tener una densidad de 1,285 g/cm^3. Esta densidad corresponde a una temperatura ambiente de 20 °C. En caso de que la temperatura ambiente sea distinta de 20 °C, deberemos rectificar la lectura en 0,007 g/cm^3 por cada 10 °C de diferencia.

Casos prácticos

¿Cómo afectan temperaturas superiores a 20 ºC a la densidad del electrolito?

•• Tenemos una temperatura ambiente de 30 ºC y al efectuar la medición de la densidad de una batería nos ha dado un valor de 1,26 g/cm^3. ¿Cuál es el estado de carga de la batería?

Solución •• Antes de efectuar la lectura del estado de carga de la batería en la Figura 11.20, deberemos ajustar la densidad a la correspondiente a una temperatura de 20 ºC.

Como al aumentar la temperatura disminuye la densidad, si tenemos una temperatura ambiente de 30 ºC y la medición de la densidad que hemos efectuado es de 1,26 g/cm^3, obtendremos la densidad equivalente a 20 ºC sumando 0,007g/cm^3. Así: Densidad real: 1,26 g/cm^3 + 0,007 g/cm^3 = 1,267 g/cm^3

Consultando con la Figura 11.20, corresponde a una batería con un 75 % de carga.

Casos prácticos

¿Cómo afectan temperaturas inferiores a 20 ºC a la densidad del electrolito?

•• Tenemos una temperatura ambiente de 0 ºC y al efectuar la medición de la densidad de una batería nos ha dado un valor de 1,27 g/cm^3. ¿Cuál es el estado de carga de la batería?

Solución •• Antes de efectuar la lectura del estado de carga de la batería en la Figura 11.20, deberemos ajustar la densidad a la correspondiente a una temperatura de 20 ºC.

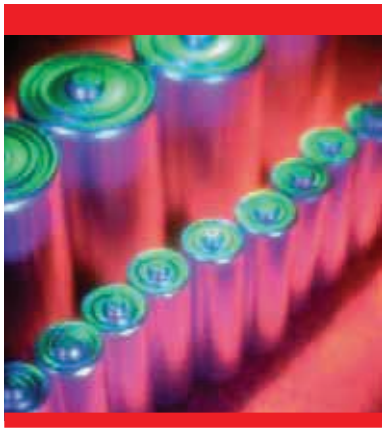
En caso de que la temperatura ambiente sea de 0 ºC, como al disminuir la temperatura aumenta la densidad, y la medición de la densidad que hemos efectuado es de 1,27 g/cm^3, obtendremos la densidad real restando 0,007 g/cm^3 por cada 10 ºC de temperatura que bajemos de 20 ºC. En este caso, sería 0,014 g/cm^3, resultando: Densidad real: 1,27 g/cm^3 – 0,014 g/cm^3 = 1,256 g/cm^3

Que, según la Figura 11.20, corresponde a una batería con una carga ligeramente inferior al 75 %.

Actividades propuestas

22•• ¿Cuál es el motivo por el que cuesta más poner en funcionamiento el motor térmico en invierno que en verano?

23•• ¿Qué razón hay para que tengamos que rectificar la lectura efectuada de la densidad si no estamos a una temperatura ambiente de 20 ºC para conocer el estado de carga de nuestra batería?



Diferencia entre una pila AAA y otra AA

El hecho de perder capacidad pero mantener el voltaje es comparable a las distintas pilas cilíndricas que existen en el mercado AA, AAA, etc. En todas ellas el voltaje es de 1.5 V, pero las AAA, al ser de menor tamaño, se agotan con mayor rapidez.

Así por ejemplo podemos tener una batería que tenga el voltaje correcto pero no pueda poner el motor térmico en funcionamiento porque rápidamente se le agote la capacidad.

7 >> Características eléctricas de una batería

Las características eléctricas de una batería que vamos a estudiar son la capacidad, la resistencia interna, la tensión en vacío, la tensión eficaz, la tensión nominal la intensidad de cortocircuito y el rendimiento.

7.1 > Capacidad (Q)

Se denomina capacidad de una batería a la cantidad de electricidad que es capaz de almacenar.

La capacidad de la batería dependerá de la cantidad y tamaño de las placas que nos encontremos en cada vaso: a mayor número de placas, mayor capacidad, y a mayor tamaño de las placas, también será mayor su capacidad.

Con el paso del tiempo, las placas se irán sulfatando y una pequeña parte de la materia activa se desprenderá de las placas. Todo esto acarrea la disminución de superficie de materia activa en las placas y con ella la pérdida progresiva de capacidad, debiendo finalmente sustituir la batería.

La capacidad de una batería es:

$$Q = I \cdot t$$

Siendo:
– Q, la capacidad de la batería.
– I, la intensidad de descarga.
– t, el tiempo que dura la descarga.

La unidad de la capacidad es el amperio-hora (Ah).

Casos prácticos

Descarga rápida de la batería

•• Tenemos una batería con una capacidad de 40 Ah y la utilizamos para poner el motor térmico en funcionamiento. Si la intensidad de salida de la batería es de 250 A, ¿cuánto tiempo tardará en descargarse?

Solución •• Los datos de los que disponemos son:

Q = 40 Ah
I = 250 A
t = ?

Aplicando la fórmula de la capacidad, se obtiene: $Q = I \cdot t \Rightarrow 40\ Ah = 250\ A \cdot t \Rightarrow t = \frac{40\ Ah}{250\ A} = 0{,}16\ h$

A continuación, pasaremos este tiempo de horas a minutos y segundos, para tener una noción del tiempo más precisa:

$$0{,}16\ h \cdot \frac{60\ min}{1\ h} = 9{,}60\ min \qquad 0{,}60\ min \cdot \frac{60\ s}{1\ min} = 36\ s$$

Así pues, la batería trabajando en estas condiciones tardará 9 minutos y 36 segundos en descargarse.

Casos prácticos

Descarga lenta de la batería

•• Disponemos de un automóvil con una batería de capacidad de 40 Ah y se nos ha estropeado el interruptor de la lámpara de la guantera, por lo que la luz permanece encendida aunque la guantera esté cerrada. La intensidad que circula por dicha lámpara es de unos 0,15 A. ¿Cuánto tiempo tardará en descargarse la batería?

Solución •• Los datos de los que disponemos son:

Q = 40 Ah
I = 0,15 A
t = ?

Aplicando la fórmula de la capacidad se obtiene:

$$Q = I \cdot t \Rightarrow 40\ Ah = 0{,}15\ A \cdot t \Rightarrow t = \frac{40\ Ah}{0{,}15\ A} = 266{,}67\ h$$

A continuación, pasaremos el resultado a días, horas, minutos y segundos para tener una noción del tiempo más precisa:

$$266{,}67\ h \cdot \frac{1\ día}{24\ h} = 11{,}111\ días$$

$$0{,}111\ días \cdot \frac{24\ h}{1\ día} = 2{,}667\ h$$

$$0{,}667\ h \cdot \frac{60\ min}{1\ h} = 40{,}02\ min$$

$$0{,}02\ min \cdot \frac{60\ s}{1\ min} = 1{,}2\ s$$

Así pues, la batería trabajando en estas condiciones tardará 11 días, 2 horas, 40 minutos y 1,2 segundos en descargarse.

7.2 > Resistencia interna (R_i)

La batería, al igual que cualquier otro componente eléctrico, presenta una resistencia a la electricidad.

La resistencia interna de la batería, R_i, varía dependiendo de:

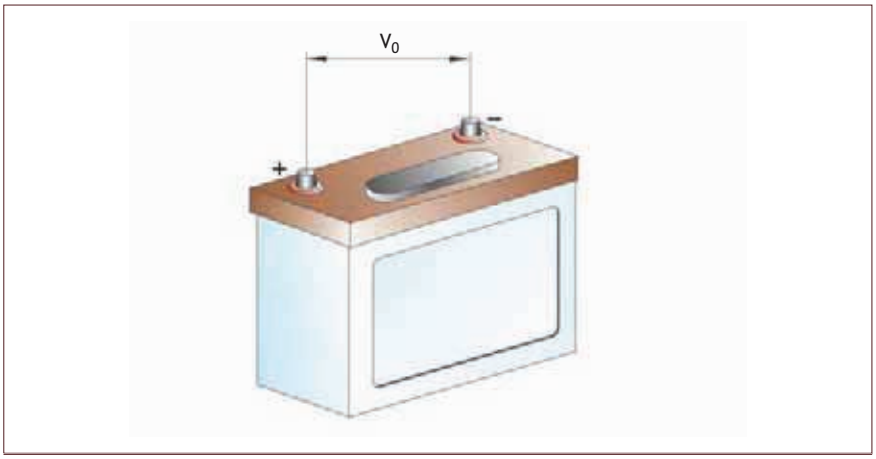
– El número de placas por vaso de la batería.
– El número de vasos de la batería.
– La temperatura ambiente.
– El estado de carga en que se encuentre el electrolito.

Vocabulario

Resistencia eléctrica: la resistencia es la dificultad que presenta un cuerpo a ser atravesado por una corriente eléctrica.

7.3 > Tensión en vacío (V_0)

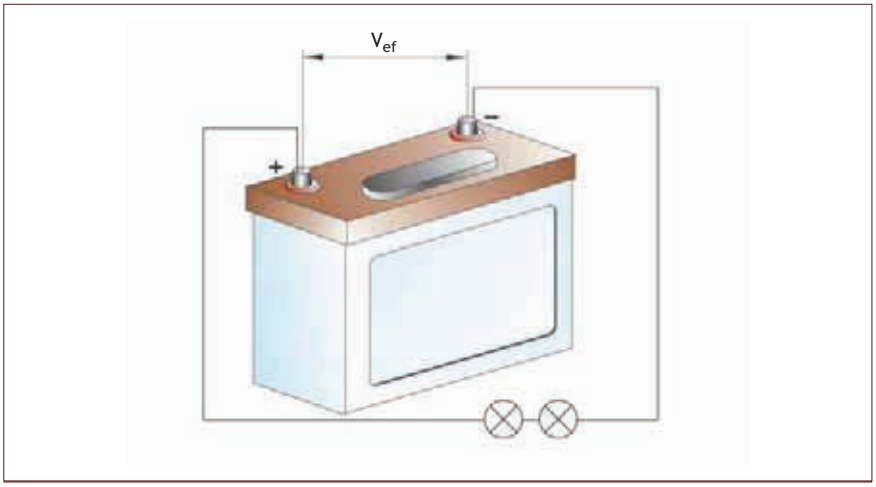
Se denomina tensión en vacío, V_0, al voltaje medido entre los bornes de la batería cuando esta está en circuito abierto, es decir, cuando no está conectada a ningún circuito exterior, según se aprecia en la Figura 11.21. Para una batería de 6 vasos completamente cargada, su tensión en vacío será de 13,2 V.



11.21. Tensión en vacío.

7.4 > Tensión eficaz (V_{ef})

Se denomina tensión eficaz, V_{ef}, al voltaje que podemos medir entre los bornes de la batería cuando esta está suministrando electricidad a un circuito exterior, según está representado en la Figura 11.22.



11.22. Tensión eficaz.

Debido a la resistencia interna de la batería, cuando esta está suministrando electricidad al exterior, circula por su interior una intensidad que produce en su interior una caída de tensión.

Cuanto mayor sea la corriente que suministre, mayor será su caída de tensión interna.

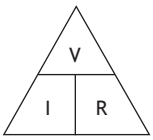
Casos prácticos

Relación entre la tensión en vacío y la tensión eficaz

•• Disponemos de una batería completamente cargada con una tensión en vacío de 13,2 V y una resistencia interna de 0,03 Ω. Con estos datos, ¿cuál es su tensión eficaz cuando está suministrando 20 A a un circuito exterior?

Solución •• Los datos que nos proporciona el enunciado son:

$V_0 = 13{,}2$ V
$R_i = 0{,}03\ \Omega$
$I = 20$ A
$V_{ef} = ?$



Empezaremos por calcular la caída de tensión interna (V_i) de la batería. Para ello, aplicamos la ley de Ohm:

$$V_i = R_i \cdot I = 0{,}03\ \Omega \cdot 20\ \text{A} = 0{,}6\ \text{V}$$

A continuación, se calcula la tensión eficaz, que será la tensión que tenía la batería en vacío descontándole la caída de tensión interna:

$$V_{ef} = V_0 - V_i = 13{,}2\ \text{V} - 0{,}6\ \text{V} = 12{,}6\ \text{V}$$

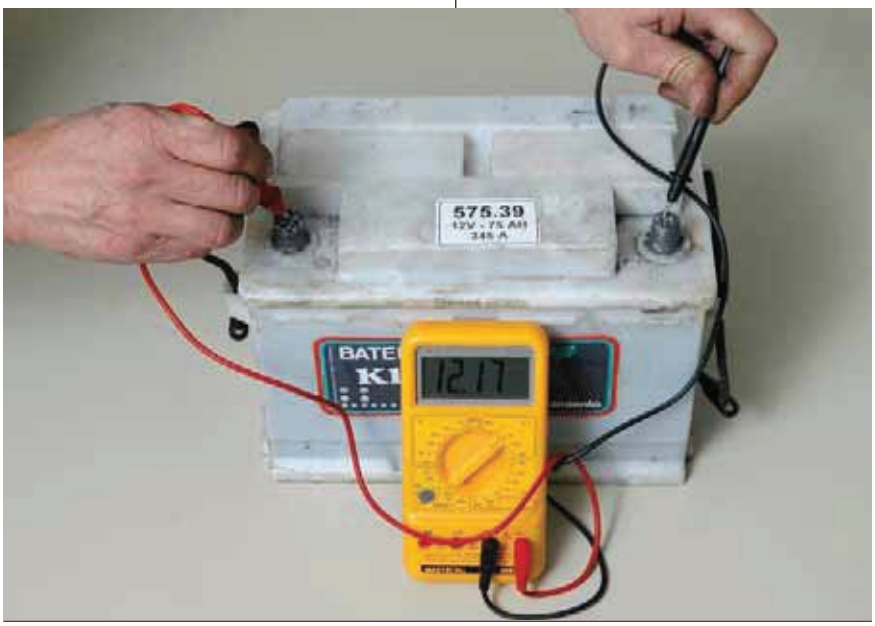
7.5 > Tensión nominal (V)

Denominamos tensión nominal al voltaje que nos indica el fabricante.

Así, para una batería de tensión en vacío de 13,2 V el fabricante nos indica una tensión nominal de 12 V (Figura 11. 23).

Relacionando este concepto con las tensiones en vacío y eficaz que acabamos de estudiar, vemos que un consumo nunca recibe una tensión igual a la tensión en vacío, ya que por el hecho de ser consumo ya provoca una caída de tensión interna en la batería que origina que entre sus bornes ya no exista la tensión en vacío.

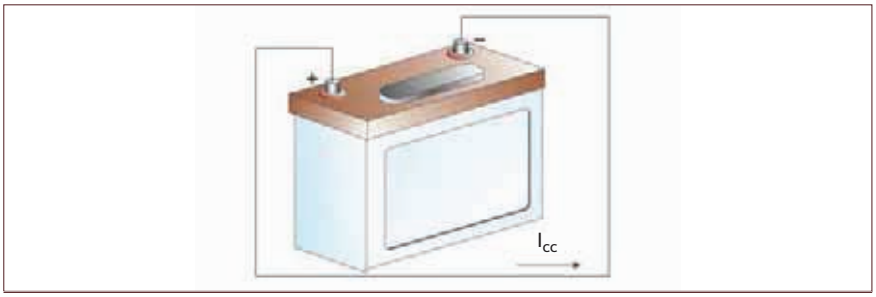
Por otro lado, la tensión eficaz (siempre inferior a la de vacío) es un valor que varía en función del consumo y tampoco se puede tomar como referencia. Así pues, el fabricante da siempre una tensión nominal inferior a la de la tensión en vacío y de valor fijo, no como ocurre con la tensión eficaz.



11.23. Tensión nominal.

7.6 > Intensidad de cortocircuito (I_{cc})

Denominamos intensidad de cortocircuito, I_{cc}, a la corriente que sale de la batería cuando conectamos directamente sus dos bornes (Figura 11.24).



11.24. Batería en cortocircuito.

Para conocer la corriente de cortocircuito, se aplica la ley de Ohm:

$$I_{cc} = \frac{V_0}{R_i}$$

La intensidad de cortocircuito se calcula teniendo en cuenta que la única resistencia del circuito es la propia de la batería y que la tensión es la de vacío, ya que no hay ningún consumo exterior a ella.

7.7 > Rendimiento (h)

Una parte de la energía que proporcionamos para cargar la batería se transforma en energía química, que queda almacenada en la batería mientras que la otra parte se transforma en calor (efecto joule) y se pierde. Lo mismo ocurre cuando es la energía química de la batería la que se transforma en eléctrica: también en este caso una parte de la energía se transforma en calor y se pierde.

El concepto de rendimiento es el contrario al de pérdida. La energía eléctrica que nos devuelve la batería es siempre inferior a la energía que le hemos dado para cargarla.

Se denomina rendimiento de una batería, η, al cociente entre los amperios por hora que nos devuelve la batería cuando se descarga divididos por los amperios por hora que le hemos dado para cargarla:

$$\eta = \frac{Q_{descarga}}{Q_{carga}}$$

Si queremos expresar el resultado en tanto por ciento, deberemos multiplicar el cociente anterior por cien.

$$\eta = \frac{Q_{descarga}}{Q_{carga}} \cdot 100$$

El rendimiento de cualquier batería suele estar alrededor del 80 %.

Frase famosa de la energía

Es famosa la afirmación "la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma".

En la batería, todo el calor que se produce durante su carga y descarga es energía perdida por lo que, desde el inicio de la carga hasta el final de la descarga, hemos perdido parte de su capacidad en calor.

El concepto contrario al de pérdida es el rendimiento, que es la energía que no se transforma en calor y puede aprovecharse.

Casos prácticos

Rendimiento de una batería

•• Para efectuar la carga de una batería le hemos suministrado 6 A durante 10 horas.

¿Cuál es su rendimiento si, a un régimen de descarga de 4 A, tarda 12 horas en descargarse?

Solución •• Los datos que tenemos en este caso práctico son:

Carga: $I = 6$ A
$t = 10$ h

Descarga: $I = 4$ A
$t = 12$ h

Utilizamos la fórmula del rendimiento para calcular la capacidad que nos ha dado la batería en la descarga:

$$\eta = \frac{Q_{descarga}}{Q_{carga}} \cdot 100$$

Así, la capacidad de descarga es:

$$Q_{descarga} = 4 \text{ A} \cdot 12 \text{ h} = 48 \text{ Ah}$$

A continuación, calcularemos la capacidad que ha absorbido la batería durante la carga de la misma:

$$Q_{carga} = 6 \text{ A} \cdot 10 \text{ h} = 60 \text{ Ah}$$

Ahora ya estamos en condiciones de aplicar la fórmula del rendimiento:

$$\eta = \frac{48 \text{ Ah}}{60 \text{ Ah}} \cdot 100 = 80\%$$

Por tanto, la batería tiene un rendimiento del 80 %.

Actividades propuestas

24•• ¿Qué diferencia existe entre una pila AAA y una pila AA de las que habitualmente se encuentran en el mercado?

25•• ¿De qué variables depende la resistencia interna de una batería?

26•• ¿Cuál será la tensión en vacío de una batería de 12 vasos cuando está completamente cargada? Debemos recordar que la tensión por vaso en estas condiciones es de 2,2 V.

27•• ¿Por qué no es un valor constante el de la tensión eficaz?

28•• ¿Cuál es la tensión nominal de una batería de 12 vasos? ¿Y de una de 6 vasos?

29•• ¿A qué denominamos intensidad de cortocircuito? ¿Existe algún peligro cuando provocamos un cortocircuito en una batería?

30•• ¿Es posible un rendimiento del 100 % en una batería?

31•• El valor de la capacidad de carga y descarga de una batería no son iguales. ¿Qué valor será siempre mayor?

Actividades finales

1·· ¿Por qué decimos que la batería es un acumulador de electricidad?

2·· ¿En qué casos tomamos la electricidad del alternador y en qué casos de la batería?

3·· Cuando hablamos de circuito de carga, ¿a qué nos estamos refiriendo?

4·· ¿Cuál es el consumo eléctrico al que nunca podrá alimentar el alternador?

5·· ¿A qué denominamos vaso en una batería?

6·· ¿Cuál es la razón por la que los tapones de la batería tienen un orificio?

7·· ¿Cómo están conectadas eléctricamente el conjunto de placas positivas de un mismo vaso?

8·· ¿Cuál es la tensión existente en un vaso de una batería cuando está totalmente cargada?

9·· ¿Qué nivel debe alcanzar el electrolito en el interior de la batería?

10·· Escribe las reacciones que tienen lugar en el proceso de carga de la batería y las que tienen lugar en el proceso de descarga de la batería.

11·· Cuando en una batería el electrolito no alcance el nivel correcto, ¿cómo actuaremos para alcanzarlo?

12·· ¿Qué elementos componen las burbujas que se desprenden del agua cuando estamos realizando su electrólisis?

13·· Define viscosidad y densidad.

14·· Calcula la tensión eficaz de una batería sabiendo que tiene una tensión en vacío de 13 V, una resistencia interna de 0,02 Ω y está suministrando 10 A a un circuito exterior.

15·· Disponemos de una batería de 60 Ah. ¿Cuánto tiempo tardará en descargarse si está suministrando 10 A a un circuito exterior?

16·· La lectura de la densidad de una batería nos da 1,25 g/cm^3 con una temperatura ambiente de 5 ºC. ¿Cuál es su estado de carga?

17·· Indica si las siguientes afirmaciones son o no ciertas:

a) Una batería en la que el líquido que contiene se encuentra a 1,285 g/cm^3 está totalmente cargada.
b) En el interior de un vaso están colocadas un grupo de placas positivas y otro de negativas, intercaladas unas con las otras y con separadores entre ellas.
c) Una batería de 6 vasos tiene un voltaje de 13,2 V cuando está totalmente cargada.
d) Para saber el estado de carga de una batería medimos la densidad del electrolito.
e) La densidad del agua destilada es aproximadamente el doble que la del ácido sulfúrico.
f) Cuando una batería está sometida a sobrecalentamiento se puede producir un cortocircuito entre las placas de un mismo vaso.
g) La razón por la cual cuando no se pone en marcha el motor térmico en el primer intento debemos esperar unos segundos para realizar el segundo intento es porque la batería está sulfatada.
h) Entendemos por capacidad de una batería al número de voltios que tiene en bornes.
i) La tensión en vacío de una batería es la que podemos medir en los bornes de la misma cuando no está suministrando electricidad a ningún circuito exterior.
j) La tensión eficaz de una batería tiene un valor fijo independientemente de los consumos que tenga conectados.
k) La tensión nominal de una batería nos la indica el fabricante.

Caso final

Rendimiento, tensión eficaz e intensidad de cortocircuito de una batería

•• Disponemos de una batería de 0,02 Ω de resistencia interna y 13,2 V de tensión en vacío. La hemos cargado a un régimen de 5 A durante 15 horas y se ha descargado en 20 horas a un régimen de descarga de 3,25 A. Calcula:

a) El rendimiento de dicha batería.
b) La tensión eficaz durante la descarga.
c) La intensidad de cortocircuito.

Solución ••

a) Los datos del enunciado son los siguientes:

Carga: $I = 5\ A$
$t = 15\ h$

Descarga: $I = 3{,}25\ A$
$t = 20\ h$

La fórmula del rendimiento es la siguiente: $\eta = \dfrac{Q_{descarga}}{Q_{carga}} \cdot 100$

Para calcular el rendimiento, primero se calculan las capacidades de carga y descarga, para lo cual utilizamos la fórmula de la capacidad: $Q = I \cdot t$

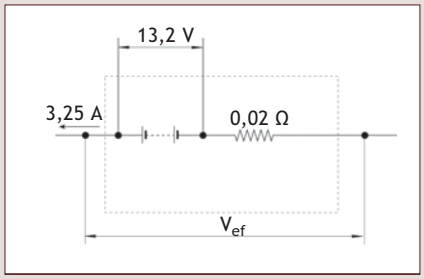
$$Q_{carga} = I \cdot t = 5\ A \cdot 15\ h = 75\ Ah$$

$$Q_{descarga} = I \cdot t = 3{,}25\ A \cdot 20\ h = 65\ Ah$$

Por tanto: $\eta = \dfrac{Q_{descarga}}{Q_{carga}} \cdot 100 = \dfrac{65\ Ah}{75\ Ah} \cdot 100 = 86{,}6\ \%$

b) Disponemos de los siguientes datos (Figura 11.25):

$V_0 = 13{,}2\ V$
$R_i = 0{,}02\ \Omega$
$I_{descarga} = 3{,}25\ A$
$V_{ef} = ?$



11.25.

Empezaremos calculando la caída de tensión interna de la batería:

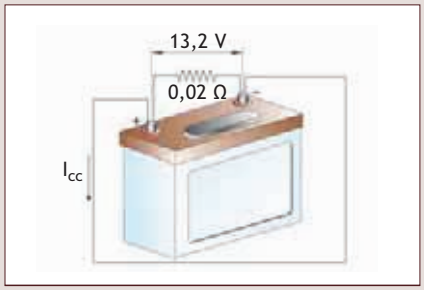
$$V_i = I_{descarga} \cdot R_i = 3{,}25\ A \cdot 0{,}02\ \Omega = 0{,}065\ V$$

La tensión eficaz se obtiene restando la caída interna de la tensión en vacío:

$$V_{ef} = V_0 - V_i = 13{,}2\ V - 0{,}065\ V = 13{,}135\ V$$

c) Tenemos los siguientes datos (Figura 11.26):

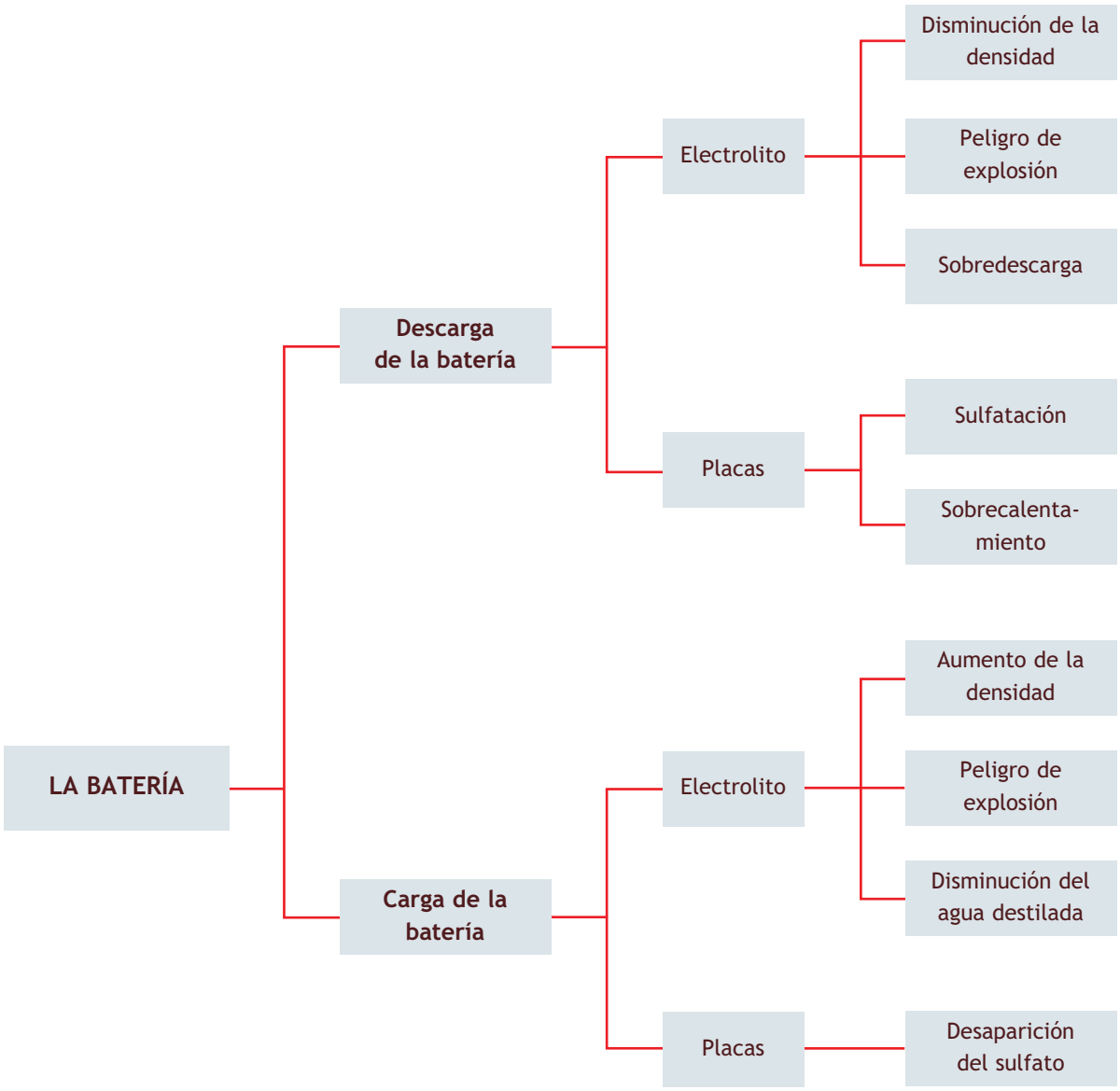
$V_0 = 13{,}2\ V$
$R_i = 0{,}02\ \Omega$



11.26.

Aplicando la ley de Ohm: $I_{cc} = \dfrac{V_0}{R_i} = \dfrac{13{,}2\ V}{0{,}02\ \Omega} = 660\ A$

Ideas clave


LA BATERÍA
Descarga de la batería
Electrolito
Disminución de la densidad
Peligro de explosión
Sobredescarga
Placas
Sulfatación
Sobrecalenta-miento
Carga de la batería
Electrolito
Aumento de la densidad
Peligro de explosión
Disminución del agua destilada
Placas
Desaparición del sulfato

ELECTRICIDAD CON LIMONES

Después de lo aprendido en este tema, ¿será posible generar electricidad a partir de frutas, en concreto de limones?

El material necesario para responder a esta pregunta es:

– Tres limones.
– Tres monedas de 5 céntimos (cobre).
– Tres tornillos galvanizados (están recubiertos por una pequeña capa de zinc).
– Un LED.
– Cables.

En primer lugar, estrujaremos los limones contra la mesa para que tengan dentro de ellos más jugo.

Insertaremos una moneda y un tornillo en cada limón, y mediante los cables los uniremos en serie (moneda con tornillo), dejando dos cables de conexión sueltos.

Colocaremos el led correctamente y…

La explicación de esta experiencia es muy sencilla:

El jugo del limón (ácido cítrico) actúa como el electrolito de una batería.

Las monedas y los tornillos actúan como bornes (las monedas como ánodo y los tornillos como cátodos) que reaccionan con el ácido.

Al enfrentar dos metales distintos, se genera una corriente eléctrica (pila de Volta). Entre dos electrodos de cobre y cinc (por ejemplo) introducidos en una disolución de un electrolito se produce una corriente eléctrica gracias a los diferentes potenciales: se consigue una cesión de electrones del cinc al cobre y el electrolito se encarga de cerrar el circuito teniendo lugar una reacción denominada redox (reducción - oxidación).

En el tornillo se produce la oxidación del Zn, que pasa de este al limón como catión Zn^{2+}.

$$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$$

Dando un voltaje por cada limón de aproximadamente 0,8 V.

Los dos electrones que deja cada átomo de zinc escapan por el cable exterior hasta la placa de Cu.

En la moneda, cuando los electrones llegan a esta, se produce una reducción del Cu^{+2}.

El tiempo que durará activo el circuito será aproximadamente de 15 minutos (capacidad).

¿Podríamos suministrar energía eléctrica a nuestros hogares mediante una batería de limones?

La respuesta es SÍ, pero necesitaríamos 129 000 limones por día suponiendo que el consumo medio de un hogar fuera de 11 613,7 Wh.

unidad 12

La batería. Manipulación y carga

SUMARIO

- Acoplamiento de baterías
- Sustitución de baterías
- Comprobaciones a efectuar en las baterías
- Carga de baterías
- Mantenimiento de baterías
- Reciclaje de baterías

OBJETIVOS

- Identificar el estado de carga de una batería.
- Conocer los distintos métodos de carga de baterías.
- Saber cómo actuar para realizar el mantenimiento de baterías.
- Comprender la importancia del reciclaje de baterías.
- Concienciarse de la necesidad de trabajar de forma y en condiciones de seguridad.

1 >> Acoplamiento de baterías

Podemos encontrarnos en alguna ocasión con que las baterías que se comercializan no se ajustan a nuestras necesidades.

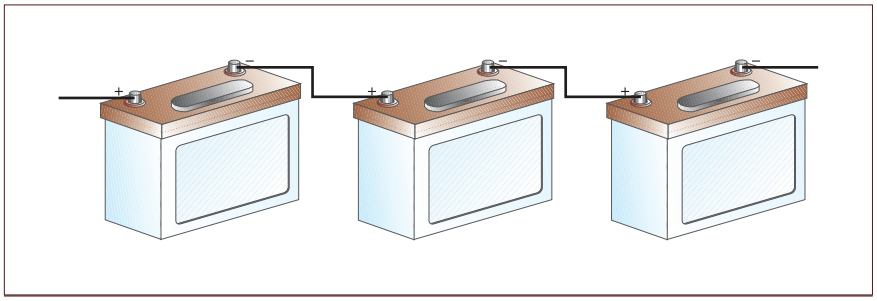
En estos casos, deberemos acoplar distintas baterías para obtener las características específicas que necesitemos.

En el mercado podemos encontrar baterías con tensiones de 6 V, 12 V, 24 V, etc., y capacidades de 40 Ah, 60 Ah, 75 Ah, 120 Ah, etc.

Las baterías pueden acoplarse entre ellas en serie, en paralelo o con acoplamientos mixtos.

1.1 > Acoplamiento en serie de baterías

Un acoplamiento en serie de baterías es aquel en el que el polo negativo de una batería está unido al polo positivo de la siguiente y así sucesivamente, quedando libres un polo en cada una de las baterías de los extremos (Figura 12.1).



12.1. Acoplamiento en serie de baterías.

Al acoplar distintas baterías en serie, es importante que la capacidad de todas ellas sea la misma.

En caso de no ser así, la batería con menor capacidad se descargaría antes que el resto y se produciría la sulfatación de sus placas.

La tensión resultante de un acoplamiento en serie será la suma de las tensiones de cada batería.

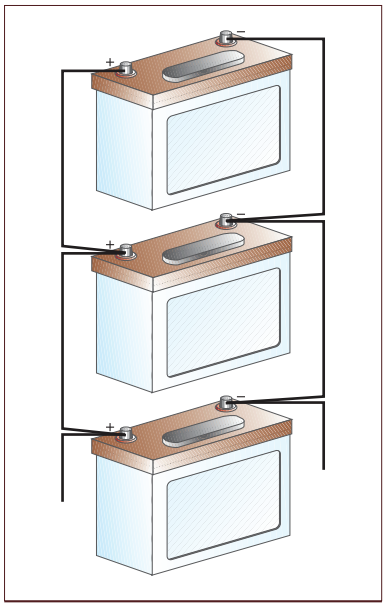
1.2 > Acoplamiento en paralelo de baterías

Un acoplamiento en paralelo de baterías es aquel en el que los polos negativos de las baterías están unidos entre sí, así como los polos positivos. En la Figura 12.2 aparece representado un acoplamiento de baterías en paralelo.

Al acoplar distintas baterías en paralelo, es importante que su voltaje sea el mismo en todas ellas.

En caso de no ser así, la batería con mayor tensión se descargaría a través de la de menor tensión.

La capacidad resultante de un acoplamiento en paralelo es la suma de capacidades de cada batería.

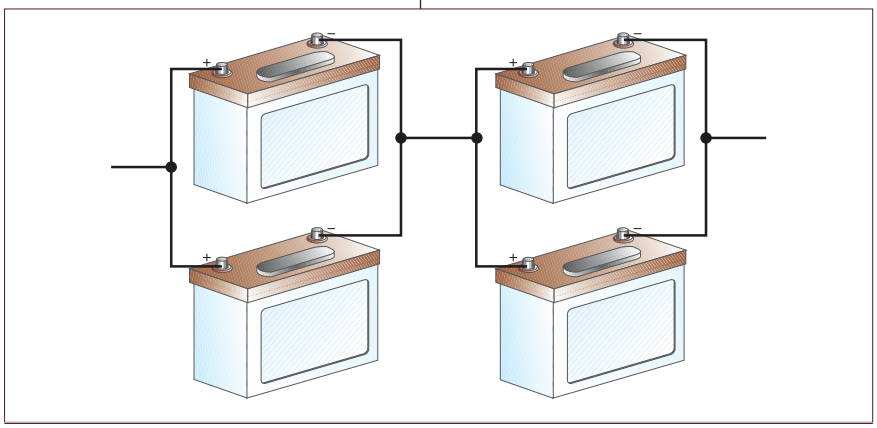


12.2. Acoplamiento en paralelo de baterías.

¿Por qué debemos cambiar todas las pilas de un aparato a la vez?

Se recomienda que en el uso de las pilas domésticas, en caso de haber más de una en un aparato, se cambien todas a la vez ya que si no, al conectar las nuevas, se descargan sobre las antiguas parcialmente gastadas y se gastan con mayor rapidez.

1.3 > Acoplamiento mixto de baterías



12.3. Acoplamiento mixto de baterías.

Un acoplamiento mixto de baterías es aquel en el que aparecen baterías conectadas entre sí, unas en serie y otras en paralelo.

Un ejemplo de este tipo de conexión es el de la Figura 12.3.

En este tipo de acoplamiento, se deberán respetar las condiciones de acoplamiento para baterías en serie cuando estén conectadas así y las condiciones de acoplamiento en paralelo cuando se encuentren en esta situación.

Casos prácticos

Acoplamiento mixto de baterías

•• Disponemos de tres baterías con las siguientes características:

- 1 batería de 24 V y 60 Ah de capacidad.
- 2 baterías de 12 V y 40 Ah de capacidad cada una.

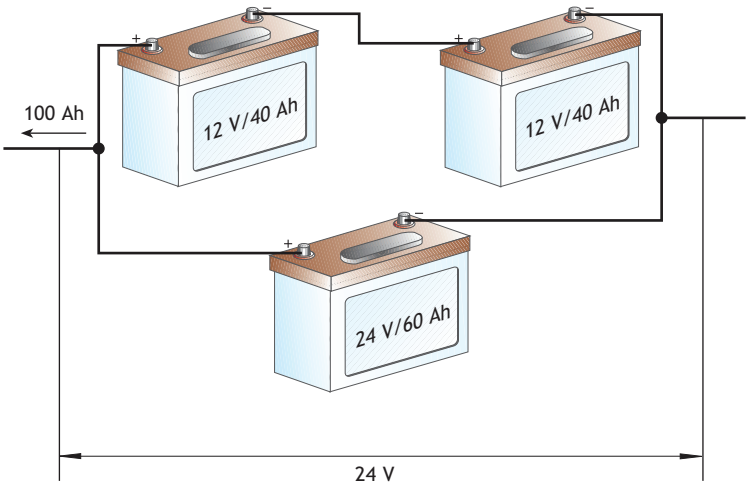
¿Cómo deberemos conectarlas para obtener 24 V y 100 Ah de capacidad?

Solución •• Con una batería de 24 V y 60 Ah y dos de 12 V y 40 Ah, hay que obtener una de 24 V y 100 Ah. El acoplamiento que deberemos realizar con las tres baterías será el que está representado en la Figura 12.4.

En el acoplamiento en serie, la capacidad de las dos baterías es la misma: 40 Ah.

En el acoplamiento en paralelo, se ha mantenido fijo el voltaje. Por un lado, en el acoplamiento superior tenemos 24 V, ya que 12 V + 12 V = 24 V. Por otro, la batería que se encuentra abajo tiene una tensión de 24 V.

La capacidad de este acoplamiento mixto es:
40 Ah + 60 Ah = 100 Ah.



12.4. Acoplamiento de características 24 V y 100 Ah.

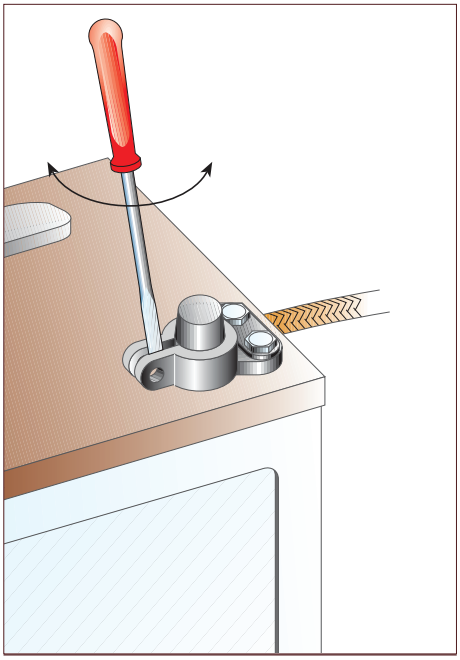
2 >> Manipulación de baterías

A continuación, vamos a estudiar cómo debemos manipular las baterías, ya sea para sustituirlas, cargarlas o realizar operaciones de mantenimiento.

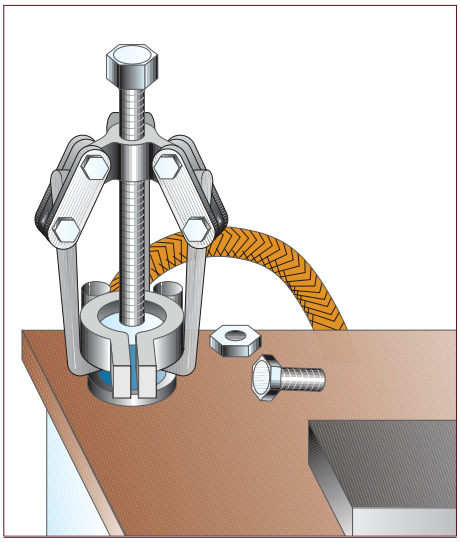
2.1 > Sustitución de baterías

Al sustituir una batería fuera de servicio por una nueva, se deben tener en cuenta las siguientes indicaciones:

– La batería nueva deberá tener el mismo voltaje que la sustituida y su capacidad deberá ser como mínimo igual, pudiendo ser de una capacidad superior.
– Teniendo en cuenta que cada día es mayor el número de consumos eléctricos que tiene el automóvil y que algunos de ellos poseen un código que se borra cuando no les llega voltaje (podemos encontrar código en autorradios, en elevalunas eléctricos, en las llaves, etc.) al desconectar la batería del automóvil, deberemos conectar previamente un arrancador, con el adaptador adecuado, al encendedor de cigarrillos del automóvil durante todo el tiempo que dure el cambio de batería.
– Al quitar la batería para cambiarla, deberemos desconectar en primer lugar el borne negativo de la misma y a continuación el positivo. En el caso en que nos resulte difícil la extracción de los conectores, no deberemos de ningún modo realizar palanca con un destornillador, ya que podría provocar la rotura del borne. En estos casos, empezaremos utilizando un destornillador para abrir el conector (Figura 12.5). Si no podemos separar el borne con el destornillador sin hacer palanca, utilizaremos un extractor según vemos en la Figura 12.6.

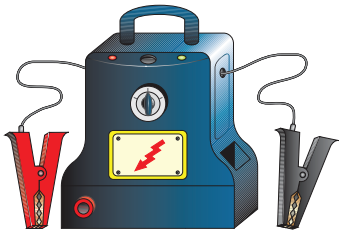


12.5. Abrimos el conector.



12.6. Desconexión de los bornes con extractor.

Práctica 18

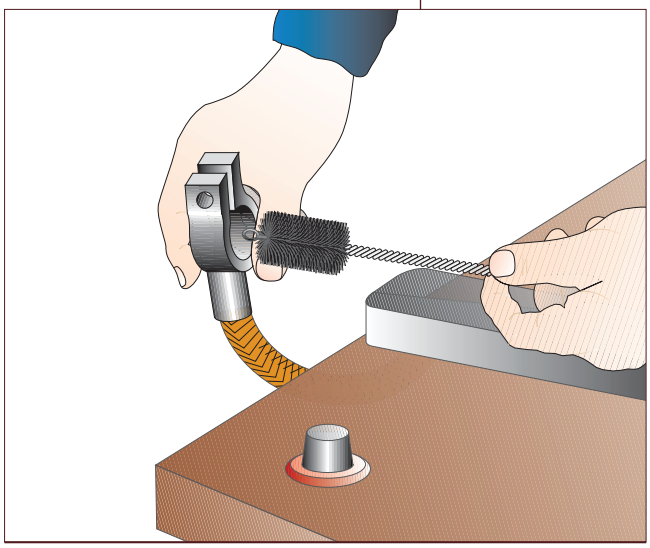


Arrancador

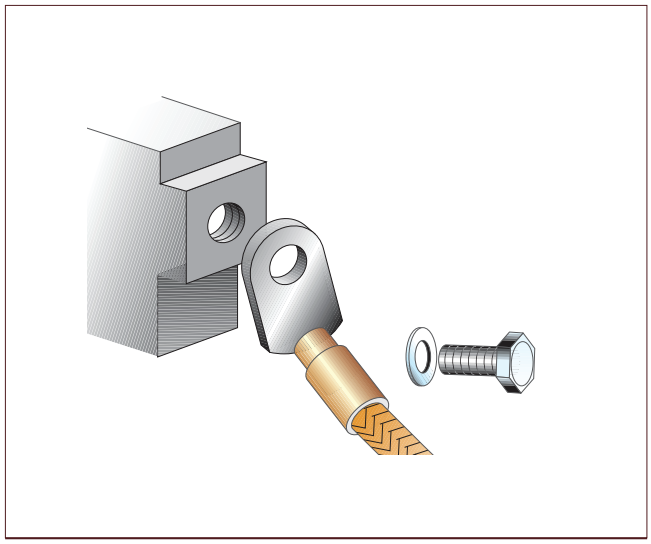
Un arrancador hace las funciones de una batería auxiliar pero tiene una forma más práctica para poder ser transportado más fácilmente.

– Una vez quitada la batería y antes de colocar la nueva, deberemos:

- Limpiar su alojamiento, por si hubiera restos de electrolito, con bicarbonato disuelto en agua.
- Limpiar de posibles corrosiones los conectores de los bornes de la misma (Figura 12.7.a) y la unión entre el cable del negativo de la batería a la masa del automóvil (Figura 12.7.b).

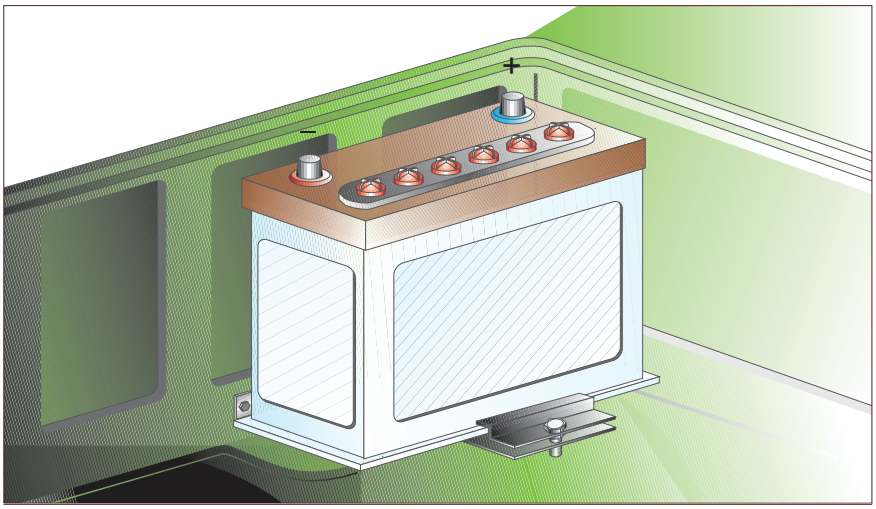


12.7.a. Limpieza de conectores.



12.7.b. Limpieza de la unión a masa.

– A continuación, se coloca la nueva batería en su alojamiento, asegurándonos de que está correctamente fijada a la carrocería. En caso contrario, las continuas vibraciones del movimiento al que se encuentra sometida podrían provocar la caída de la materia activa de las placas y por tanto su destrucción.
Actualmente, algunos fabricantes fijan la batería al automóvil con cintas elásticas, mientras que otros utilizan el tipo de fijación sobre el vehículo representado en la figura 12.8.



12.8. Sistema de fijación de la batería a la carrocería.

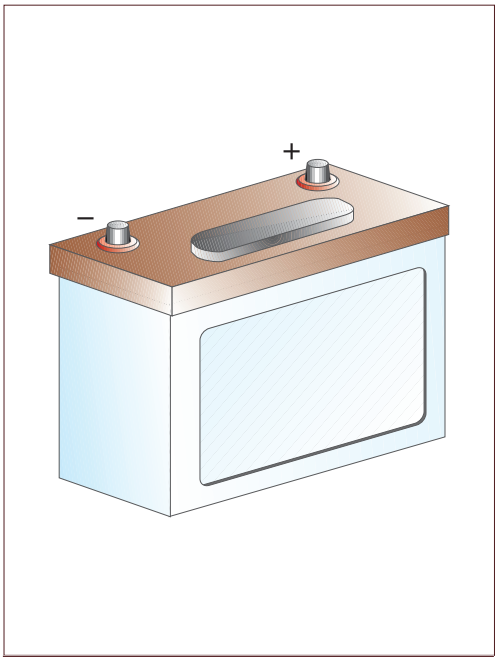
– Finalizaremos el cambio de batería conectando en primer lugar el borne positivo y después el borne negativo al cable de masa.

La mayoría de las baterías van provistas de bornes con forma troncocónica (Figura 12.9) de distinto tamaño, siendo mayor el borne positivo que el negativo. Lo que ayuda a no equivocarnos de bornes en el montaje de los conectores.

– En último lugar, desconectaremos el arrancador de baterías.

En caso de no haber conectado el arrancador al vehículo al iniciar la sustitución de la batería, deberemos, con la ayuda del aparato de autodiagnóstico, introducir los códigos del vehículo.

Esta operación, que se realiza sin dificultad en los concesionarios, puede dar problemas en los talleres multimarca debido a la dificultad para obtener los códigos.



12.9. Forma y tamaño de los bornes de una batería.

Actividades propuestas

1·· Cuándo necesitemos conectar entre sí 2 ó más baterías, ¿qué característica común deberán tener?

a) Si las conectamos en serie.
b) Si las conectamos en paralelo.

2·· Disponemos de 5 baterías con las siguientes características:

- 4 baterías de 12 V y 60 Ah.
- 1 batería de 24 V y 75 Ah.

Queremos saber cómo deberemos conectarlas entre sí para obtener unas características resultantes de 24 V y 195 Ah.

3·· ¿Por qué borne se debe empezar para desconectar la batería?

4·· ¿Cuál será el último borne que conectaremos después de cambiar la batería?

5·· ¿Cuál es la característica de una batería nueva que puede ser mayor que en la batería antigua, el voltaje o la capacidad?

6·· ¿Cuáles son los puntos de la batería que se deben limpiar debido a la corrosión?

7·· Como consecuencia de que la batería no esté perfectamente sujeta a la carrocería, ¿qué problema se puede desencadenar?

2.2 › Comprobación de baterías

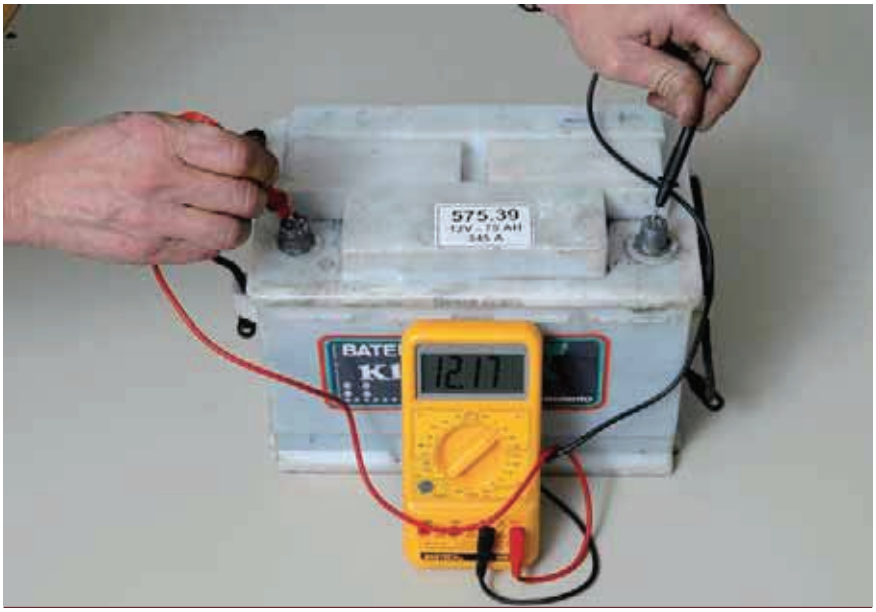
Antes de sustituir una batería, hay que comprobar su estado de carga, considerar si procede ponerla a cargar y averiguar si es recuperable.

Empezaremos comprobando la batería sin desmontarla del automóvil.

Medición de la tensión entre los bornes

Mediremos la tensión entre los bornes de la batería con un polímetro.

– Colocaremos el selector del polímetro en posición de voltaje en corriente continua y en la escala de 20.
– Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su posición y el positivo o rojo en la posición de voltímetro.
– Colocaremos la punta de pruebas positiva o roja en el borne positivo y la negativa o negra en el borne negativo (Figura 12.10).



12.10. Lectura de la tensión de la batería.

– A continuación se analiza la lectura obtenida:
  • Si el polímetro nos da un voltaje de 12,8 V o superior, sabemos que la batería se encuentra cargada pero no sabremos cual es su capacidad.
  • Si el polímetro nos da un voltaje comprendido entre los 12,8 V y los 9,0 V, procederemos a cargarla.
  • Si el polímetro nos da un voltaje inferior a los 9,0 V, procederemos a cargarla, pero es posible que la batería se encuentre ya en un estado irrecuperable.

  Si nos encontramos en el primer caso, si la batería no nos ha dado problemas, no actuaremos sobre ella.

Desmontaje de la batería del vehículo

Para desmontar la batería del vehículo y cargarla desde el exterior, se procede del siguiente modo:

– En primer lugar, desconectamos el borne negativo de la batería y, a continuación, el positivo. En caso de que resulte difícil su extracción, actuaremos según hemos estudiado en el apartado de sustitución de baterías.
– Medimos la densidad del electrolito en cada vaso. Para ello, utilizaremos un densímetro como el de la Figura 12.11. El densímetro consta de un tubo de cristal o plástico transparente con una pera de goma para succionar el líquido por su parte superior, mientras que por la inferior tiene un estrechamiento. En su interior, se encuentra una regla graduada con un contrapeso por su parte inferior para que se mantenga en posición vertical. Algunos modelos de densímetros llevan en un lado de la regla una escala graduada con distintas medidas de densidad y por el otro lado unas zonas que indican batería cargada, batería a media carga y batería descargada.

12.11. Densímetro.

A continuación, pasaremos a **efectuar la lectura de la densidad**:

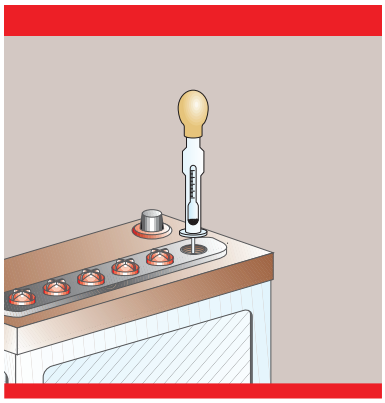
- Quitaremos los tapones de cada vaso e introduciremos el densímetro.
- Apretaremos por la pera de la parte superior succionando el electrolito (Figura 12.12). Conviene succionar unas cuantas veces antes de efectuar la medición. Una vez ha entrado el electrolito en el interior del densímetro, la regla interior flota sobre él. Según la densidad del electrolito, la regla quedará más o menos hundida en él y, en su escala, podremos medir la densidad. Conviene recordar que, en caso de no encontrarnos a 20 °C, a la medición directa que efectuemos deberemos aplicar la corrección de temperatura explicada en la unidad 11.

Debemos tener siempre cuidado de no derramar ninguna gota del electrolito, ya que el ácido sulfúrico que forma parte de su composición es altamente corrosivo y una sola gota podría quemarnos la piel, estropear cualquier tejido o corroer algún metal.

Una vez efectuada la lectura, deberemos devolver el electrolito al vaso del que lo hemos sacado. De no actuar así, iríamos perdiendo ácido sulfúrico en cada medición.

Repetiremos la lectura de la densidad en cada vaso de la batería.

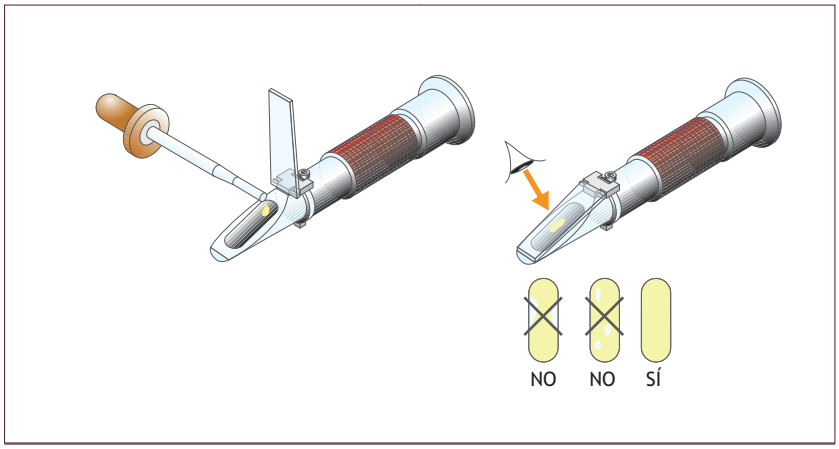
El resultado de la lectura debe ser prácticamente igual en todos los vasos. En caso de que haya uno con una lectura claramente inferior al resto, deberemos efectuar el cambio de la batería.



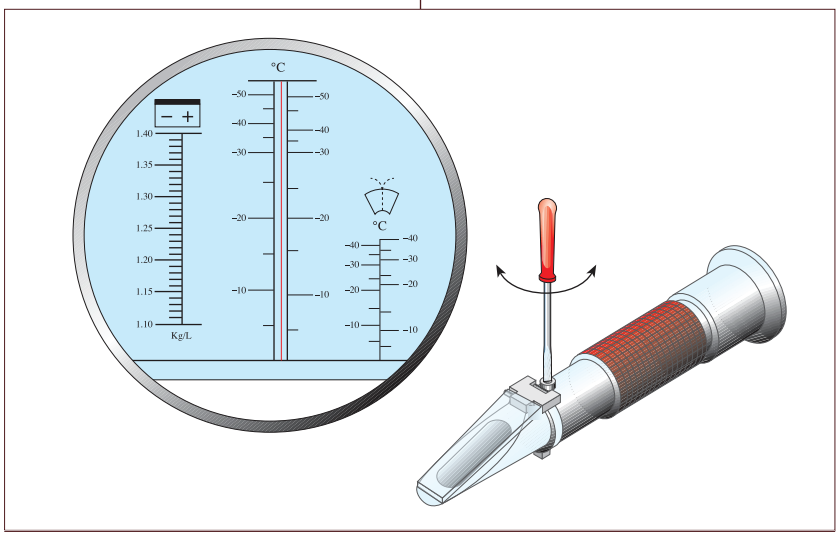
Cuentagotas

La pera de goma que nos encontramos en la parte superior del desímetro hace la misma función que los cuentagotas que encontramos en distintos medicamentos.

12.12. Medición de la densidad.



12.13. Colocamos en el refractómetro 2 ó 3 gotas de agua destilada.



12.14. Calibramos el refractómetro.

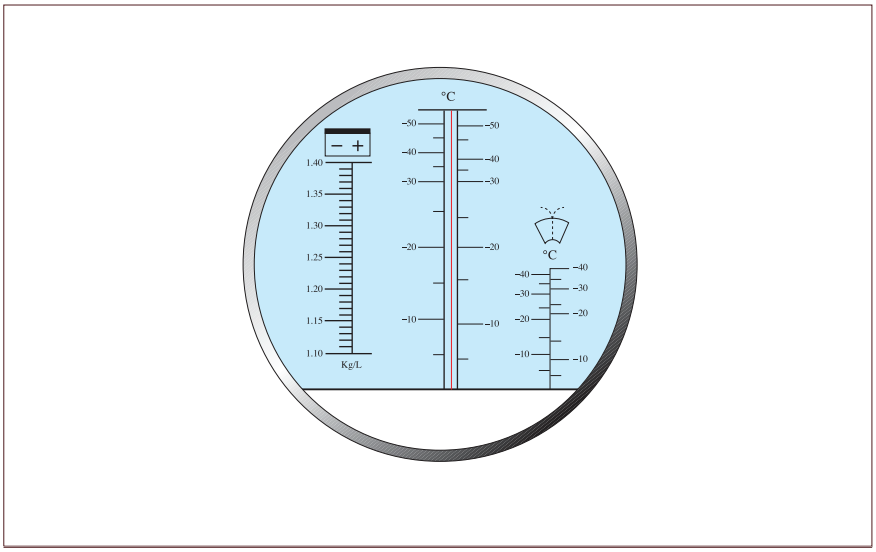
También podemos efectuar la lectura de la densidad con un refractómetro como el representado en la Figura 12.13.

El refractómetro es una herramienta que se utiliza para comprobar:

- La densidad del electrolito de la batería.
- El punto de congelación del líquido refrigerante del motor.
- El punto de congelación del líquido de los limpiaparabrisas.

Antes de utilizar el refractómetro, es necesario calibrarlo. Para ello, se deposita agua destilada sobre la placa luminosa (Figura 12.13).

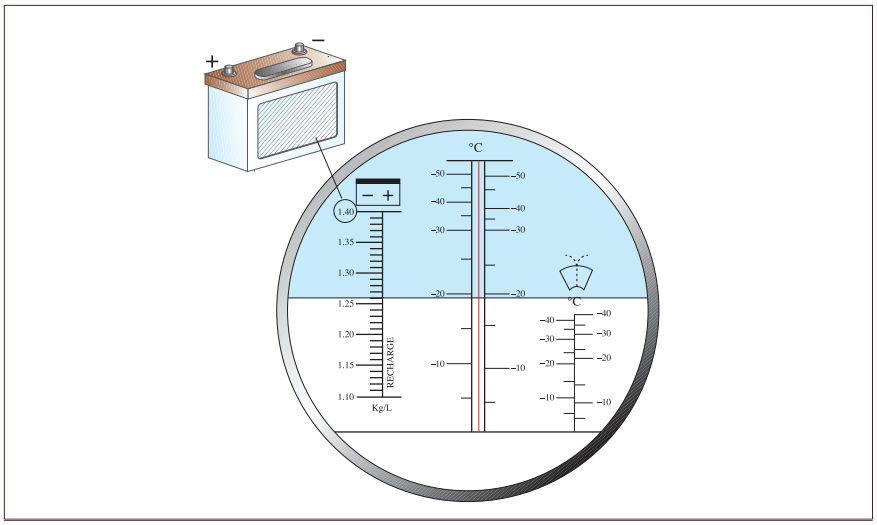
Asegurándonos de que el agua cubra totalmente la superficie de la placa y, pasados 30 segundos, miraremos a través del foco, siempre con suficiente luz y, actuando sobre el tornillo de calibración (Figura 12.14), ajustaremos la línea horizontal que está representada en la parte inferior de las escalas graduadas para hacerla coincidir con la línea de cambio de color que vemos a través del foco. Una vez ya ha sido calibrado el refractómetro (Figura 12.15), podemos pasar a efectuar la lectura de la densidad del electrolito.



12.15. Calibramos ajustando el área inferior blanca hasta la raya horizontal.

Para ello, nos fijaremos en la escala de la izquierda (Figura 12.15), ya que la del centro es la escala correspondiente a la temperatura de congelación del agua del circuito de refrigeración y la de la derecha es la correspondiente a la temperatura de congelación del líquido limpiaparabrisas.

Con la pipeta (Figura 12.13), cogeremos electrolito y depositaremos 2 ó 3 gotas sobre la placa. Al cabo de 30 segundos, ya podemos efectuar la lectura que corresponderá al punto de la escala en el que se encuentra el cambio de color (Figura 12.16).



12.16. Lectura de la densidad del electrolito.

Una vez efectuada la lectura con el refractómetro, lo deberemos limpiar con un paño húmedo siguiendo las indicaciones del fabricante.

Cuando la batería esté descargada y la densidad en todos los vasos, aunque baja, sea similar, antes de ponerla a cargar, hay que comprobar el nivel del electrolito en cada vaso. Si el nivel del electrolito es bajo, procederemos a introducir en cada vaso agua destilada hasta alcanzar el nivel adecuado (Figura 12.17).

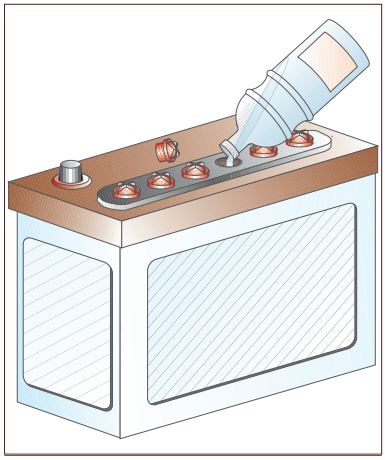
Para llenar con agua destilada, deberemos actuar con precaución para evitar superar el nivel correcto, ya que parte del electrolito se podría verter al exterior por exceso de líquido, derramando así parte del ácido sulfúrico que contiene. También deberemos limpiar la superficie cercana a los orificios de llenado de la batería, ya que podríamos derramar agua destilada sobre ella y, al entrar en el interior de los vasos, arrastrar con ella suciedad.

Finalizaremos la medición de la densidad y colocaremos nuevamente los tapones en los orificios de llenado.

El voltímetro nos da la tensión de la batería y con ella solo podemos conocer si la batería está totalmente cargada, lo que corresponde a 13,2 V. Si está a media carga, lo que corresponde a una tensión de 12 V, o si está totalmente descargada, que serían 9 V. La medición de la densidad del electrolito tiene como ventaja frente a la comprobación con el voltímetro que nos especifica el estado de cada uno de sus vasos y la capacidad que tiene la batería.

¿A qué altura deberá llegar el electrolito?

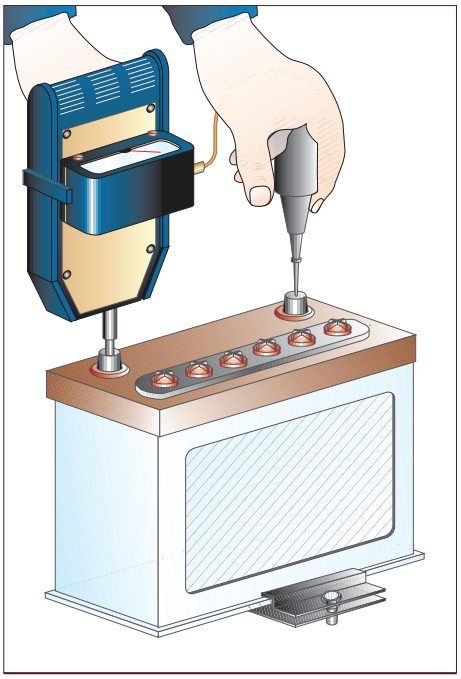
Conviene recordar que el nivel del electrolito correcto será aquel que recubra y supere en 1 cm la altura de las placas.



12.17. Llenado de la batería con agua destilada.

No obstante, existen baterías sin mantenimiento en las que no se puede acceder a los distintos vasos y, por tanto, no se puede medir en ellas la densidad del electrolito ni saber la capacidad a la que se encuentra la batería.

Comprobación de la batería mediante descarga rápida



12.18. Comprobador de baterías mediante descarga rápida.

Para efectuar esta comprobación, necesitaremos un descargador como el representado en la Figura 12.18.

Este comprobador verifica la capacidad de la batería de una manera más cómoda que la medición del electrolito, pero **no es aconsejable utilizarlo nunca**, ya que si la batería está en la última recta de su vida útil, la acaba de sulfatar y hay que sustituirla.

Para comprobar la batería con este comprobador, hay que colocar los dos extremos, uno en cada borne de la batería (Figura 12.18) y comprobar que al cabo de pocos segundos la intensidad se mantiene constante.

En caso de que la intensidad sufra una caída importante a los pocos segundos, significará que hemos gastado la poca capacidad que tenía la batería.

En este caso, procederemos a la carga lenta de baterías, pero difícilmente conseguiremos recuperarla y habrá que cambiarla.

Actividades propuestas

8·· Si el polímetro nos da una lectura de la tensión de la batería de 12,5 V, ¿qué podemos afirmar de su estado de carga?

9·· ¿Cómo deberemos actuar si la lectura que nos indica el densímetro difiere significativamente en un vaso respecto de los demás?

10·· ¿Qué aparatos podemos utilizar para realizar la medición de la densidad del electrolito?

11·· ¿Qué precauciones deberemos tomar al efectuar el llenado de la batería con agua destilada?

12·· ¿Qué ventajas nos ofrece la lectura de la densidad del electrolito frente a la comprobación de la tensión en bornes de la batería?

13·· ¿Es aconsejable utilizar el comprobador de baterías de descarga rápida?

2.3 > Carga de baterías

Para efectuar la carga de batería necesitaremos un cargador de baterías.

Podemos clasificar a los cargadores de baterías en dos tipos, unos que son de pequeñas dimensiones y permiten efectuar una carga lenta de manera muy sencilla (Figura 12.19.a) y otros de mayor tamaño que ofrecen la posibilidad de efectuar cargas rápidas de la batería (Figura 12.19.b). En la actualidad se pueden cargar las baterías con cargadores de pequeño tamaño y fáciles de manejar (12.19.c).

En caso de disponer de tiempo, siempre es recomendable efectuar una carga lenta de la batería, con uno u otro cargador. De esta manera, conseguimos que la mayor parte del sulfato de las placas reaccione con el agua del electrolito, formando de nuevo ácido sulfúrico manteniendo la capacidad de la batería en sus niveles más altos.

Un cargador de baterías consta básicamente de:

– **Un transformador**, encargado de transformar los 220 V de la red en los 12 V ó 24 V que necesitamos para nuestras baterías.
– **Un puente de diodos**, que es el que rectifica los 12 V ó 24 V de corriente alterna a corriente continua.
– **Un conjunto de resistencias**, que dependiendo de la cantidad que conectemos nos permitirán regular la intensidad de carga.

Además, los cargadores que permiten una carga rápida de baterías disponen de **un reloj** con el que podremos seleccionar el tiempo que deberá estar suministrando electricidad a la batería.

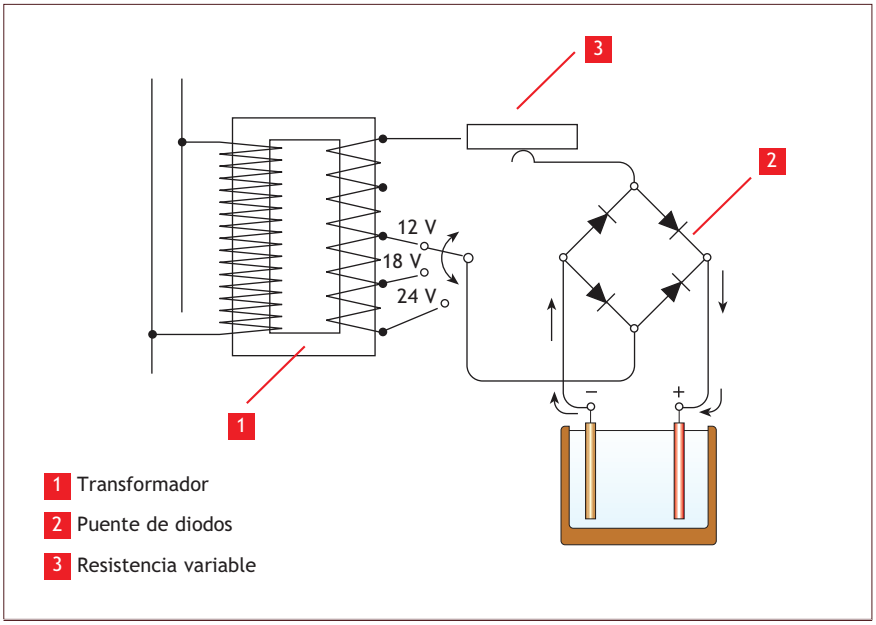
12.19.a. Cargador lento de baterías.

12.19.c. Cargador de baterías CTEK.

12.19.b. Cargador rápido de baterías.

Para efectuar la carga de la batería, lo primero que hay que hacer es quitar los tapones de los orificios de llenado.

En la siguiente figura se representa el esquema eléctrico de un cargador de baterías (Figura 12.20).



12.20. Esquema eléctrico de un cargador de baterías.

Los métodos utilizados para cargar la batería son dos: a tensión constante o carga lenta y a carga rápida.

Carga de la batería a tensión constante o carga lenta

Si se utiliza este tipo de carga, hay que facilitar a la batería una tensión de unos 14,5 V, similar a la que le proporciona el alternador y que corresponde a la **tensión nominal de 12 V** que se indica en el cargador.

La **intensidad** que se debe suministrar a la batería es **la que resulta de dividir la capacidad de la batería por 20**. Conseguiremos regular la intensidad a través del selector de resistencias del cargador.

El **tiempo** que debe estar en carga una batería está comprendido entre **24 y 48 horas**.

Durante el proceso de carga de batería por este sistema, como se mantiene constante su voltaje y aumenta su resistencia interna, la intensidad irá disminuyendo en función de la carga de la batería en cada momento, por lo que **no hará falta comprobar la temperatura del electrolito.**

> **La batería estará cargada cuando entre sus bornes tenga 13,2 V, transcurridos como mínimo 30 minutos desde su desconexión del cargador, siendo la densidad del electrolito de 1,28 g/cm^3.**

Este tipo de carga se puede efectuar con cualquiera de los dos cargadores representados en las figuras 12.19.a, 12.19.b y 12.19.c.

Casos prácticos

Carga lenta de baterías

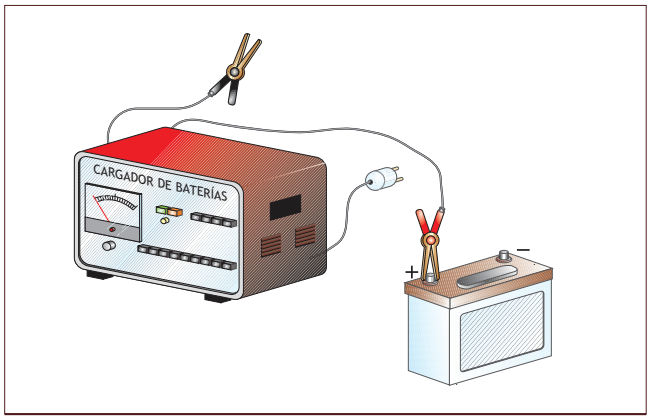
•• Explica el proceso para cargar una batería de 12 V de tensión nominal y 75 Ah de capacidad, que tiene una densidad media en sus vasos de 1,26 g/cm^3.

Solución •• La tensión a que conectaremos la batería es la que corresponde a una tensión nominal en el cargador de 12 V. La intensidad será una veinteava parte de su capacidad:

$$\frac{75}{20} = 3{,}75 \text{ A}$$

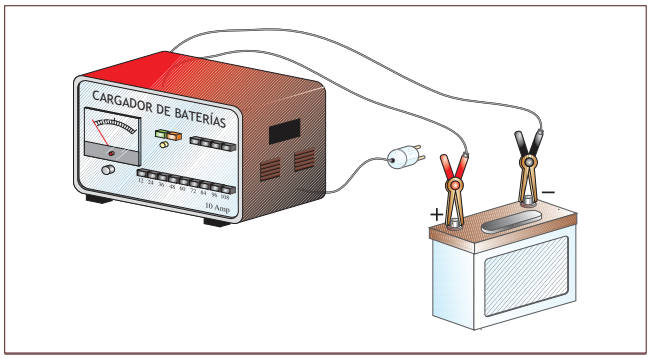
Una vez conocida la tensión y la intensidad inicial a la que conectar a nuestra batería, se conecta esta al cargador. Para ello seguiremos los siguientes pasos:

- Conectaremos el cable con pinza roja que nos facilita el cargador al borne positivo de nuestra batería (Figura 12.21).



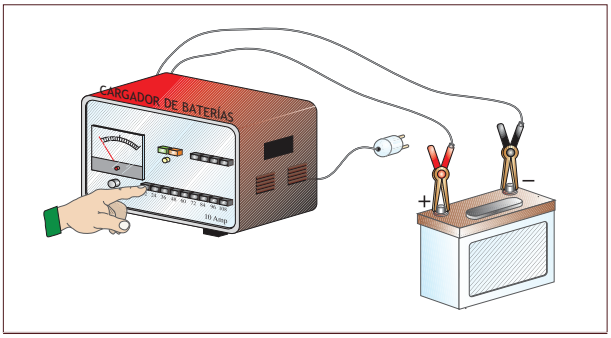
12.21. Conectamos la pinza roja al borne positivo de la batería.

- Conectaremos el cable con pinza negro que nos facilita el cargador al borne negativo de nuestra batería (Figura 12.22).



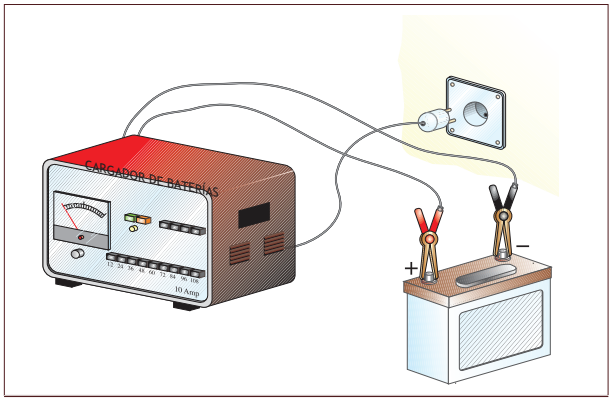
12.22. Conectamos la pinza negra del cargador al borne negativo de la batería.

- Colocaremos el cargador a 12 V de tensión y ajustaremos el selector de resistencias para que nos dé 3,75 A de intensidad de salida (Figura 12.23).

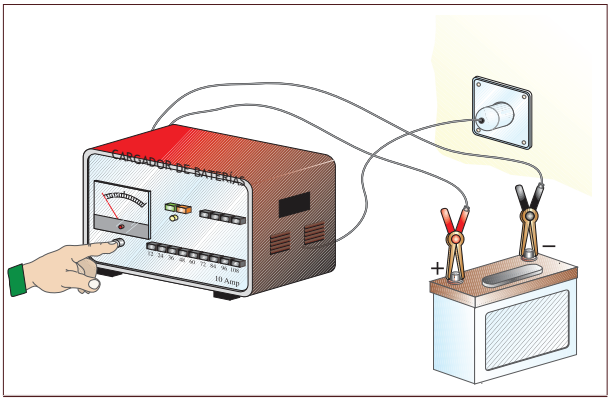


12.23. Colocamos el cargador a 12 V y 3,75 A.

- Enchufaremos el cargador a la corriente (Figura 12.24).
- Finalmente, conectaremos el cargador (Figura 12.25).



12.24. Enchufamos el cargador a la corriente.



12.25. Conectamos el cargador.

El ácido sulfúrico y el agua son solubles

El ácido sulfúrico y el agua son solubles a temperatura ambiente pero, en caso de sobrepasar una determinada temperatura, dejan de ser solubles quedando el ácido sulfúrico (densidad = 1.81g/cm^3) en el fondo del vaso y el agua (densidad = 1g/cm^3) encima de él como si de aceite y agua se tratase.
Cuando pasa esto, decimos que la batería se ha cortado, siendo imposible que el ácido y el agua se puedan volver a diluir.

Carga rápida de la batería

En este tipo de carga, la tensión va creciendo con ella y la intensidad va disminuyendo su valor a medida que avanza la carga de la batería.

Por este método, **la máxima intensidad inicial** que se puede suministrar a una batería **es la que nos indica su capacidad nominal.**

Debido a la alta intensidad que proporcionamos a la batería por este método, **deberemos comprobar regularmente la temperatura** interior para evitar que el electrolito se corte por exceso de temperatura.

Para calcular **el tiempo** que se tarda en cargar una batería por este sistema, empezamos calculando el estado de carga de nuestra batería y a continuación cargamos con una intensidad alta durante una hora. **Al cabo de la hora**, miraremos cuál es la intensidad en este momento y haremos la media aritmética entre las dos intensidades obtenidas, el resultado serán los amperios que se han cargado en una hora.

Esperaremos otra hora y volveremos a efectuar la media aritmética de esta segunda hora. De este modo, **podremos calcular el tiempo restante** para la carga total de la batería.

Este tipo de carga solo se puede efectuar en baterías nuevas y, en caso de realizarla varias veces, la batería ya no se podrá recuperar.

La batería estará cargada cuando entre sus bornes tenga 13,2 V transcurridos como mínimo 30 minutos desde su desconexión del cargador, siendo la densidad del electrolito de 1,28 g/cm^3.

Casos prácticos

Carga rápida de la batería

•• Describe el proceso a seguir para cargar una batería, de 12 V de tensión nominal y de 75 Ah de capacidad, que tiene una densidad media en sus vasos de 1,19 g/cm^3.

Solución •• En la Figura 11.20 de la unidad 11 podemos ver que a una densidad de 1,19 g/cm^3 le corresponde una carga del 25%.

Como nuestra batería tiene una capacidad de 75 Ah cuando está completamente cargada, al estar a un 25% de carga su capacidad será de:

$$75\ \text{Ah} \cdot \frac{25}{100} = 18{,}75\ \text{Ah}$$

La capacidad que deberemos suministrar a la batería será:

$$75\ \text{Ah} - 18{,}75\ \text{Ah} = 56{,}25\ \text{Ah}$$

Empezaremos aplicando una intensidad de 50 A a la batería.

Al cabo de una hora, vemos que la intensidad que marca el cargador es de 35 A. Así pues, la intensidad media que hemos suministrado a la batería durante este tiempo es de:

$$\frac{50 + 35}{2} = 42{,}5\ \text{A}$$

Nos queda por suministrar una capacidad de:

$$56{,}25\ \text{Ah} - 42{,}5\ \text{Ah} = 13{,}75\ \text{Ah}$$

El tiempo restante para tener la batería totalmente cargada lo podemos calcular del siguiente modo:

$$\frac{13{,}75\ \text{Ah}}{35\ \text{A}} = 0{,}393\ \text{h} \Rightarrow 0{,}393\ \text{h} \cdot \frac{60\ \text{min}}{1\ \text{hora}} = 23{,}6\ \text{min}$$

En el reloj del cargador seleccionaremos 24 min y habremos realizado la carga completa en 1 h y 24 min.

Insistimos una vez más que las cargas rápidas de la batería la van perjudicando y, en caso de repetirlas, acaban por destruirla.

Para conectar la batería al cargador de carga rápida, seguiremos los mismos pasos a los explicados para el caso de carga lenta a tensión constante.

2.4 › Características de la batería cargada

Cuando la batería se encuentra ya cargada, tras esperar un mínimo de 30 minutos después de haberla desconectado del cargador, deberemos efectuar la lectura de:

– La tensión en vacío, comprobando que es de 13,2 V para asegurarnos así que la carga ha sido completa.
– La densidad de cada vaso.

Efectuamos la lectura de la tensión en vacío, ya que esta nos da el valor de la tensión alcanzada en bornes de la batería después de la carga. A continuación, leemos la densidad, ya que esta nos dará la capacidad que tiene nuestra batería una vez cargada.

Podemos encontrarnos con una batería con una tensión en vacío de 13,2 V que corresponde a plena carga y al mismo tiempo una densidad inferior a la de plena capacidad que es de 1,28 g/cm^3.

En el caso anterior, al intentar poner en funcionamiento el motor térmico del vehículo a través del motor de arranque y, al demandar este mucha intensidad, la batería se descargaría rápidamente y no conseguiríamos nuestro objetivo. En este caso, la diferencia de lecturas nos está indicando que la carga se ha efectuado correctamente, pero que hay zonas de las placas que han quedado sulfatadas y no se han descompuesto nuevamente en ácido sulfúrico.

A medida que la batería va realizando cargas y descargas van quedando zonas sulfatadas, con lo que la densidad del electrolito va siendo cada vez menor, perdiendo progresivamente capacidad.

Una vez cargada la batería, deberemos volverla a colocar en el automóvil. Para ello, seguiremos los mismos pasos explicados para la sustitución de baterías.

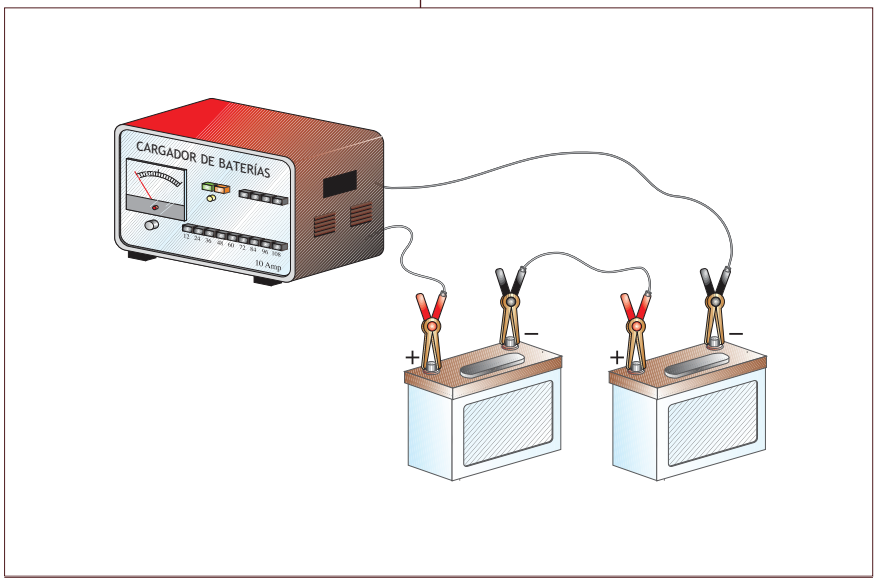
2.5 › Acoplamiento de baterías para su carga

Para cargar más de una batería a la vez, hay que conectarlas entre ellas, bien en serie o bien en paralelo.

Conexión de baterías en serie

Utilizaremos este tipo de conexión cuando las baterías estén descargadas en distinta medida o cuando sus tensiones nominales no sean iguales (Figura 12.26).

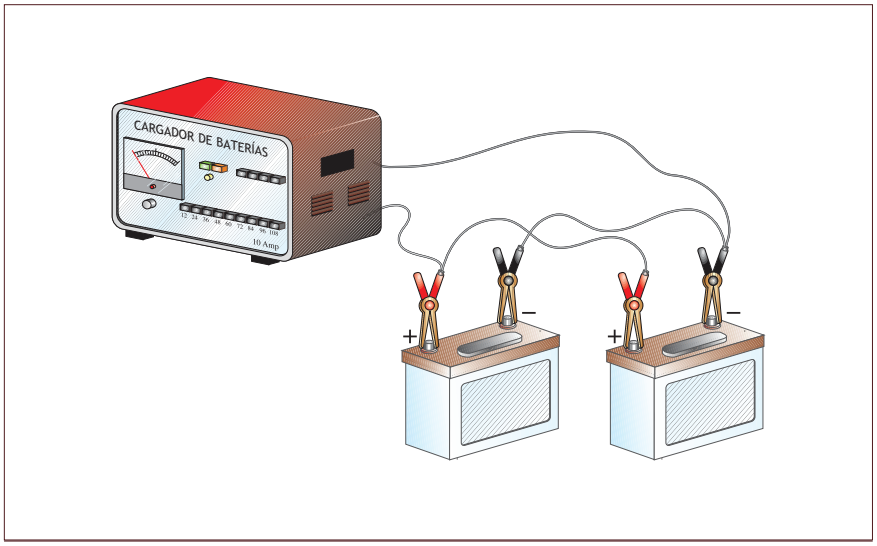
En este caso, se elegirá la intensidad adecuada para la batería con menor capacidad nominal, mientras que la tensión será la correspondiente a la suma de las tensiones nominales de ambas. Así, para la carga de dos baterías de 12 V será: 12 V + 12 V = 24 V.



12.26. Conectamos baterías en serie al cargador.

Conexión de baterías en paralelo

Este tipo de conexión entre varias baterías se utiliza cuando las baterías están prácticamente igual de descargadas y sus tensiones nominales son iguales (Figura 12.27).



12.27. Conectamos baterías en paralelo al cargador.

La intensidad que hay que seleccionar en el cargador es la suma de intensidades necesarias si utilizáramos una carga individual para cada una de ellas, mientras que la tensión deberá ser igual a la de las baterías, generalmente 12 V.

Actividades propuestas

14·· ¿Cuál es la razón por la que se recomienda efectuar cargas lentas de la batería?

15·· ¿Cuál es la función de las resistencias que lleva incorporadas todo cargador de baterías?

16·· Rellena la siguiente tabla referente a la carga de baterías:

Tipo de carga	Duración	Intensidad	Requiere un reloj en el cargador	Será necesario comprobar regularmente la temperatura del electrolito	Se puede repetir sin ninguna limitación
Lenta					
Rápida					

17·· ¿A qué característica técnica de la batería hace referencia la densidad del electrolito?

18·· ¿Es posible encontrarnos con una batería con 13,2 V de tensión en vacío y una capacidad del 50 %?

19·· ¿En qué condiciones utilizaremos una conexión en serie de resistencias para efectuar su carga?

3 >> Mantenimiento de baterías

Las baterías van envejeciendo, ya sea porque poco a poco se va desprendiendo de ellas la materia activa o porque se van sulfatando y parte de este sulfato ya no se vuelve a reconvertir en ácido sulfúrico.

En cualquiera de los dos casos anteriores, podemos mantener el voltaje dentro de los límites de carga correcta de la batería, pero su capacidad irá disminuyendo.

3.1 > Retardar el normal envejecimiento de la batería

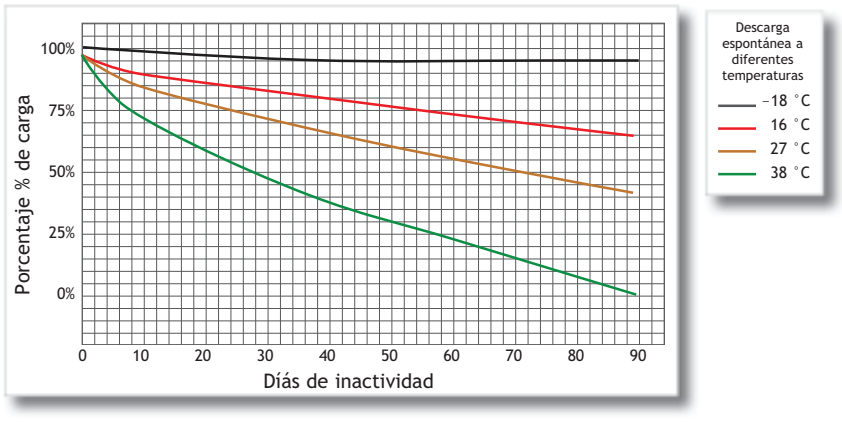
Para retardar al máximo el envejecimiento normal de la batería, se debe comprobar periódicamente el nivel del electrolito y añadir agua en caso de que esté por debajo del nivel correcto (1 cm por encima de las placas). No obstante, conviene no pasarnos del nivel adecuado, ya que se podría derramar el electrolito con el propio movimiento del automóvil, perdiendo parte del ácido sulfúrico.

Se debe llenar la batería siempre con agua destilada, ya que, en caso de utilizar otro tipo de agua, los distintos componentes que se encuentran en ella —sales minerales, cloro, etc.— entrarían a formar parte de las reacciones químicas de carga y descarga interfiriendo en ellas de manera altamente negativa.

Nunca deberemos añadir ácido sulfúrico al electrolito, ya que, como sabemos, no se pierde en las reacciones químicas de carga y descarga de la batería y modificaríamos las proporciones de agua destilada y ácido sulfúrico.

Deberemos asegurarnos de que la batería esté bien sujeta al automóvil para evitar vibraciones que a la larga harían desprender la materia activa de las placas.

3.2 > Batería sin utilizar durante un período de tiempo



12.28. Descarga de la batería por inactividad.

Aunque no se utilice, una batería se va descargando lentamente y, en caso de no cargarla, se va sulfatando y como consecuencia irá perdiendo su capacidad de almacenamiento.

Si nos fijamos detenidamente en la gráfica de la figura de la izquierda se puede observar la descarga de la batería en función de los días de inactividad y de la temperatura a la que se encuentra (Figura 12.28).

Según esta gráfica, cuanto mayor es la temperatura mayor es la descarga que sufre la batería.

Casos prácticos

Descarga de la batería por inactividad

•• Queremos conocer el estado de carga de una batería que lleva inactiva 57 días y ha permanecido a una temperatura ambiente de 38 ºC.

¿Cuál sería el estado de carga de la batería anterior si hubiera permanecido a una temperatura ambiente de 16 ºC?

Solución •• Para poder conocer el estado de carga de la batería, deberemos fijarnos en la gráfica que aparece en la Figura 12.28.

Identificaremos sobre el eje horizontal o abscisas de la gráfica el punto correspondiente a los 57 días de inactividad y trazaremos desde él una recta vertical hasta la curva que corresponde a una temperatura de 38 ºC que, en este caso, es la verde.

Seguidamente, trazaremos desde el punto de intersección una línea horizontal hasta el eje vertical o de ordenadas y leeremos en él el porcentaje de carga que corresponde a nuestra batería, que, en este caso, es de un 25%.

En el caso de que la batería hubiera estado 57 días inactiva y a una temperatura de 16 ºC, para saber su estado de carga procederíamos de manera análoga.

Así, identificaríamos sobre el eje horizontal de la gráfica el punto correspondiente a los 57 días de inactividad y trazaríamos desde él, una recta vertical hasta la curva que corresponde a una temperatura de 16 ºC que, en este caso, es la roja.

Posteriormente, trazaríamos desde el punto de intersección una línea horizontal hasta el eje vertical y leeríamos en él el porcentaje de carga que corresponde a nuestra batería, que, en este caso, es de un 75%.

Cuando sepamos que una batería no se va a utilizar durante un tiempo se debe proceder de la siguiente manera:

- Cargarla periódicamente asegurándonos de que el nivel del electrolito sea el adecuado para mantenerla el máximo tiempo posible a plena carga y evitar así la sulfatación.
- Según hemos visto en la gráfica de la Figura 12.28, cuanto mayor es la temperatura a la que se encuentra la batería mayor es la descarga que se produce en ella. Por ello, deberemos, siempre que sea posible, mantenerla a temperaturas bajas.
- Los fabricantes de algunas baterías, para evitar que antes de utilizarlas se descarguen, las suministran sin el electrolito en su interior, y es el mecánico quien debe introducirlo.

La forma de hacer esto es la siguiente: en primer lugar, se introduce en el interior de los vasos el agua destilada y, posteriormente, con mucha precaución y lentamente, se añade ácido sulfúrico sobre ella. Se debe seguir este orden para evitar los vapores que se producen al caer el agua sobre el ácido debido al aumento de temperatura que tiene lugar cuando se unen ambas sustancias.

Al ir vertiendo el ácido sulfúrico sobre el agua destilada, se debe ir moviendo suavemente el conjunto para asegurar que la temperatura que se produce al mezclarlos se neutralice con el resto del agua destilada que contienen los vasos de la batería y evitar los vapores de esta manera.

La proporción final de agua destilada y ácido sulfúrico es de dos partes de agua destilada por una de ácido sulfúrico.

4 >> Baterías sin mantenimiento

Existen unas baterías de aleación de plomo y calcio que no tienen orificios de llenado ni de salida de gases. En estas baterías no hay que realizar ningún tipo de mantenimiento.

Estas baterías disponen de un indicador de carga con un punto de color:

– Si el punto está de color verde, indica que tiene una carga superior al 65 %.
– Si el punto está de color negro, indica que tiene una carga inferior al 65 % y debe cargarse.
– Si el punto está de color amarillo, indica que la batería debe ser reemplazada.

Estas baterías no tienen ni más capacidad ni más prestaciones que las tradicionales.

5 >> Reciclaje de baterías

Cuando una batería se ha sulfatado y ya no puede volver a ser cargada, conviene desprenderse de ella.

Según hemos estudiado, en el interior de la batería tenemos ácido sulfúrico, que es altamente corrosivo, y plomo, que es también un producto nocivo.

Por todo ello, deberemos separar la batería del resto de residuos del taller y contactar con las empresas especializadas en el reciclaje de este tipo de materiales para que se hagan cargo de su reutilización.

6 >> Normas de seguridad al manipular baterías

A lo largo de las unidades didácticas en las que se ha tratado la batería, han ido apareciendo distintas precauciones que se deben tener en cuenta en su manipulación para evitar accidentes.

Debido al alto riesgo que supone la manipulación de baterías, se concentran en este apartado las normas de seguridad que se han ido estudiando.

– Nunca se debe acercar ninguna llama, chispa o cigarro a la batería.
– No se deben dejar herramientas u objetos metálicos encima de la batería.
– Al sustituir una batería, se debe desconectar en primer lugar el borne negativo (masa). Al instalar una batería, la conexión del borne negativo (masa) se hará en último lugar.
– Cuando se deban utilizar cables de emergencia, deberemos conectar en primer lugar los dos polos positivos. Después conectaremos el negativo de la batería auxiliar a la masa del vehículo que se quiere arrancar, de modo que la eventual chispa suceda lejos de los orificios de la batería.
– Para evitar chispas debido a la electricidad estática, se deberá tocar un punto de masa del automóvil antes de trabajar en la batería.
– Se debe mantener bien ventilada la zona de carga y descarga de la batería.

– Es una mala costumbre limpiar los cabos de los conductores de cobre cerca de los acumuladores, así como realizar cualquier labor que implique desprendimientos de partículas metálicas sobre la batería.
– Nunca se debe añadir ácido sulfúrico al electrolito.
– Durante la carga de una batería deben seguirse las instrucciones ofrecidas por el fabricante en cuanto a tensión, temperatura, tiempo, densidad, etc.
– Para el transporte de la batería se usarán carretillas, manteniéndose los vasos tapados.
– La batería deberá estar fijada perfectamente en su alojamiento.
– No se deben tomar alimentos ni fumar después de haber tocado el plomo del interior de la batería o de sus bornes sin antes haberse lavado las manos.

7 >> Recomendaciones en caso de accidente

Debido a la alta toxicidad de los componentes de las baterías, en caso de accidente se deberá actuar de la siguiente manera:

– Si el ácido salpica a los ojos, se deberán lavar de inmediato con abundante agua y acudir rápidamente a un médico.
– En caso de explosión, se deberá hacer una limpieza a fondo de todos los espacios a los que pudieran haber llegado restos de algún componente de la batería, especialmente lugares en los que pudieran encontrarse alimentos o agua para beber, herramientas, ropa, etc. Para acabar de eliminar los restos de ácido sulfúrico, se utilizará una disolución de sosa cáustica y agua con una proporción del 50 %.

Actividades propuestas

20·· Para retardar el mayor tiempo posible el envejecimiento de una batería que está funcionando regularmente, ¿qué debemos revisar regularmente en ella?

21·· ¿Cómo deberemos actuar si sabemos que una batería va a estar sin funcionar durante un año?

22·· ¿Cuáles son las características técnicas de una batería de bajo mantenimiento que mejoran respecto a las de una batería con mantenimiento?

23·· Queremos conocer el estado de carga que tendrá, transcurridos 70 días, una batería si el local en el que se encuentra está a –18 °C.

24·· ¿Qué entendemos por reciclaje de baterías?

25·· Completa las siguientes frases:

a) Antes de trabajar en la batería se deberá tocar…
b) No se deben dejar herramientas u objetos metálicos…
c) Al transportar baterías se usarán…
d) Después de haber tocado el plomo del interior de la batería no se deben…
e) En caso de accidente, si el ácido salpica a los ojos se deberán…
f) Para acabar de eliminar los restos de ácido sulfúrico, se utilizará…
g) En una batería sin mantenimiento si el indicador está de color negro significa que…

Actividades finales

1·· Disponemos de una serie de baterías con las siguientes características:

- 4 baterías de 12 V y 75 Ah.
- 1 batería de 24 V y 150 Ah.

Queremos saber cómo deberemos conectarlas entre sí para obtener unas características resultantes de 48 V y 150 Ah

2·· Con las mismas baterías del ejercicio anterior, queremos saber cómo deberemos conectarlas para obtener unas características resultantes de 24 V y 300 Ah

3·· ¿Cómo podemos utilizar un destornillador para ayudarnos a sacar los conectores de los bornes de la batería y cómo no debemos utilizarlo?

4·· ¿Qué forma tienen los bornes de las baterías? ¿Son idénticos el borne positivo y el borne negativo de una batería?

5·· Sabemos que las características de una batería son su voltaje y su capacidad. Queremos saber:

a) ¿Qué aparato utilizaremos para conocer el voltaje de una batería?
b) ¿Qué aparato utilizaremos para conocer la capacidad de una batería?

6·· Completa las siguientes frases:

a) Un cargador de baterías como mínimo debe disponer de…
b) Dos son los métodos utilizados para cargar la batería: a tensión constante o carga lenta y…
c) Para conectar la batería al cargador, empezaremos conectando la pinza…
d) Para cargar más de una batería a la vez, utilizaremos la conexión en serie entre baterías cuando…
e) Para conocer la densidad del electrolito utilizaremos…
f) Nunca deberemos añadir ácido sulfúrico al electrolito, ya que…
g) Cuando la batería deba estar sin utilizar la deberemos guardar en un local cuya temperatura sea…

7·· Indica en las siguientes afirmaciones cuáles son correctas y cuáles incorrectas:

a) Al sustituir una batería por otra, deberemos asegurarnos de que la nueva tenga la misma capacidad, pudiendo ser mayor su voltaje.
b) Cuando debamos desmontar la batería del automóvil, empezaremos desconectando su borne positivo.
c) Al trabajar con el densímetro, deberemos tener mucho cuidado de no derramar ni una gota del electrolito fuera del vaso, ya que es altamente corrosivo.
d) Una vez efectuada la lectura con el densímetro, deberemos volver a introducir el electrolito en el interior de la batería, independientemente del vaso en el cual lo introduzcamos, ya que por dentro se comunican entre ellos.
e) Una batería con 13,2 V de tensión y una capacidad del 50 % puede no ser capaz de poner el motor térmico en marcha.
f) En el proceso de carga de la batería empezaremos conectando los conectores del cargador y, a continuación, pondremos en funcionamiento el cargador.
g) Una vez efectuada la carga de la batería, desconectaremos los conectores del cargador que van a la batería y, a continuación, apagaremos el cargador.
h) En la carga lenta de baterías, el valor de la intensidad que debemos suministrar lo obtenemos dividiendo por 100 el valor de la capacidad nominal de la misma.
i) En la carga rápida de baterías, la intensidad máxima que podemos suministrar a la batería es la que corresponde al valor de su capacidad nominal.

Caso final

El motor térmico no se pone en funcionamiento

•• Nos disponemos a poner en funcionamiento el motor térmico del vehículo y no lo conseguimos. Queremos conocer cuál es el motivo.

Solución •• Lo primero que haremos será medir con el voltímetro la tensión que nos da la batería. Para ello:

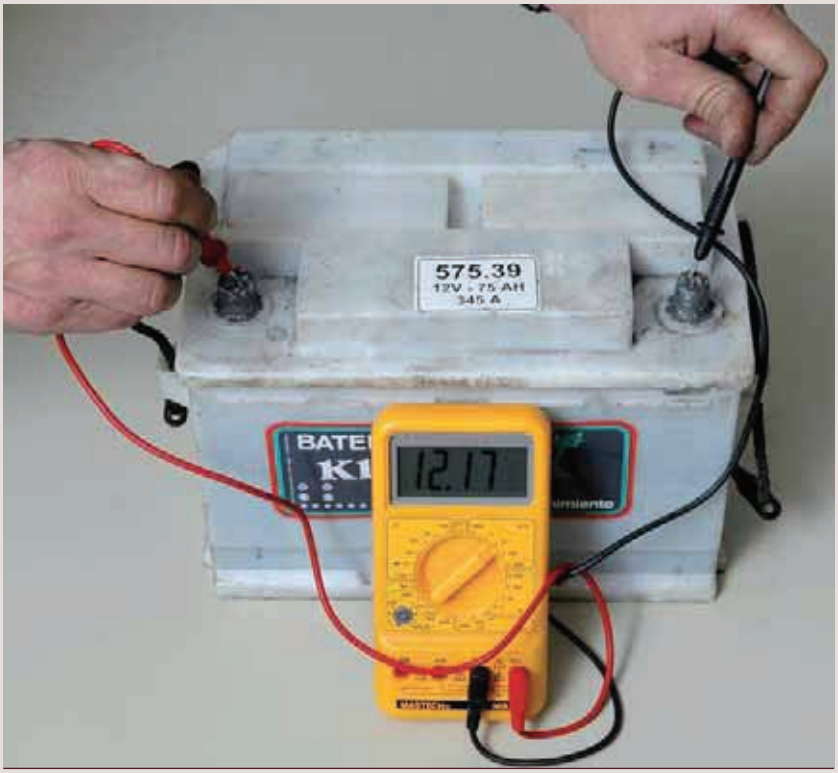
- Colocaremos el selector del polímetro en posición de voltaje en corriente continua y en la escala de 20.
- Los conectores de las puntas de pruebas irán del siguiente modo: el negativo o negro en su posición y el positivo o rojo en la posición de voltímetro.
- Colocaremos la punta de pruebas positiva o roja en el borne positivo de la batería y la negativa o negra en su borne negativo (Figura 12.29).

Una vez efectuada la lectura, comprobaremos que el voltaje es de 12,8 V, lo que nos indica que es un valor correcto.

A continuación, deberemos comprobar la capacidad de la batería. Para ello, deberíamos pasar a medir la densidad del electrolito.

Medir la densidad del electrolito con la batería situada sobre el automóvil es siempre engorroso, por lo que haremos una comprobación más sin tener que verificar la densidad del electrolito. Para esto, mediremos con el polímetro el voltaje de la batería mientras el conductor acciona el motor de arranque.

Si la batería tiene problemas de capacidad, el voltaje medido sobre la batería en el momento del arranque bajará mucho, pudiendo llegar a alcanzar valores cercanos a cero.



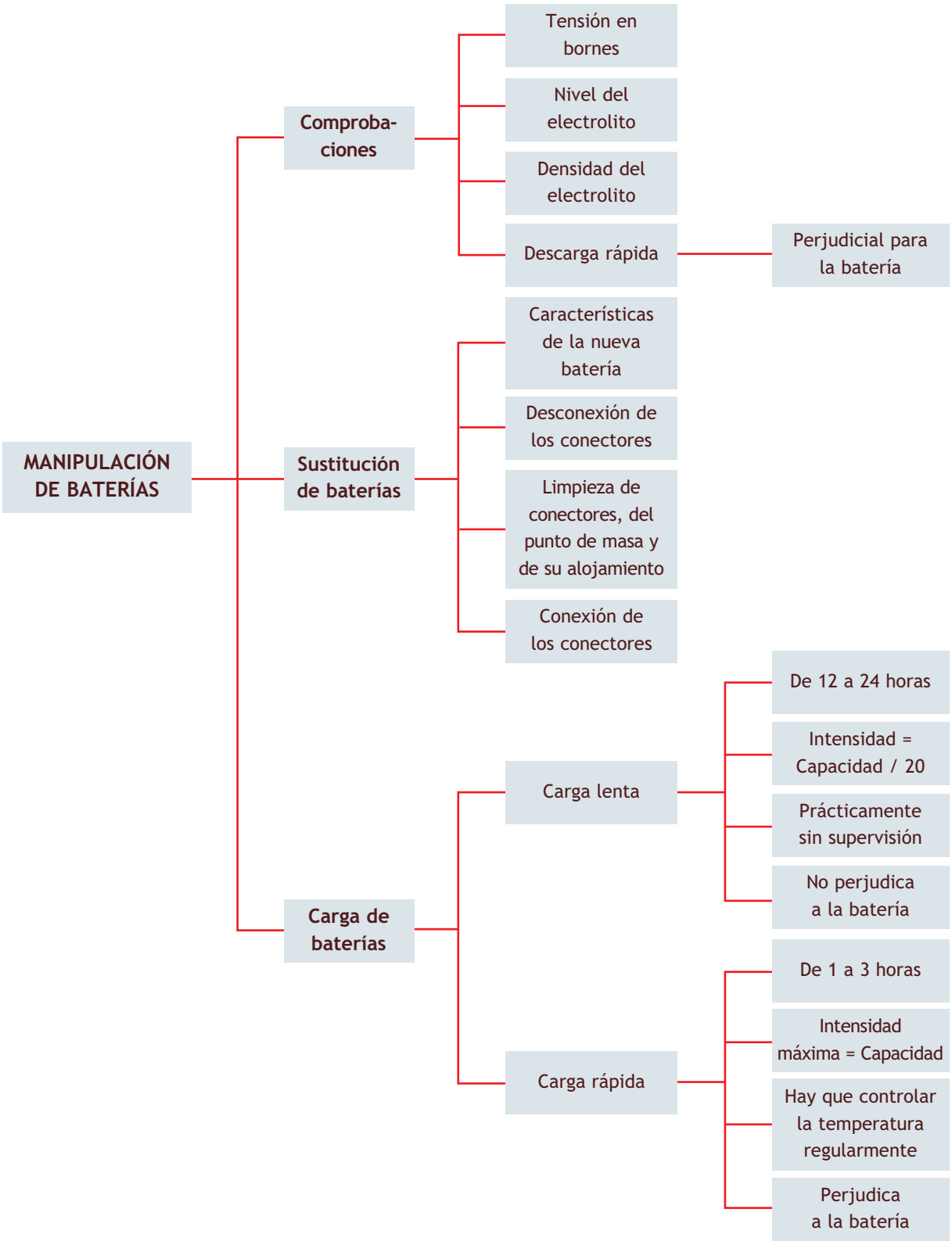
12.29. Lectura de la tensión de la batería.

En caso de no disponer de voltímetro, podemos realizar la comprobación de la capacidad de la batería encendiendo las luces de cruce del automóvil y fijándonos si, en el momento del arranque, baja su intensidad. De ser así, nos estaría indicando también que la capacidad de la batería es insuficiente.

Una vez sabemos que el problema es de capacidad de la batería, deberíamos pasar a desmontarla del automóvil y ponerla a cargar.

Siempre que sea posible, efectuaremos una carga lenta de la batería y, dependiendo del grado de sulfatación de las placas o de la materia activa que se haya desprendido, se podrá recuperar o deberemos reemplazarla por una nueva.

Ideas clave


MANIPULACIÓN DE BATERÍAS
Comproba-ciones
Tensión en bornes
Nivel del electrolito
Densidad del electrolito
Descarga rápida
Perjudicial para la batería
Sustitución de baterías
Características de la nueva batería
Desconexión de los conectores
Limpieza de conectores, del punto de masa y de su alojamiento
Conexión de los conectores
Carga de baterías
Carga lenta
De 12 a 24 horas
Intensidad = Capacidad / 20
Prácticamente sin supervisión
No perjudica a la batería
Carga rápida
De 1 a 3 horas
Intensidad máxima = Capacidad
Hay que controlar la temperatura regularmente
Perjudica a la batería

LA PILA DE **BAGDAD**

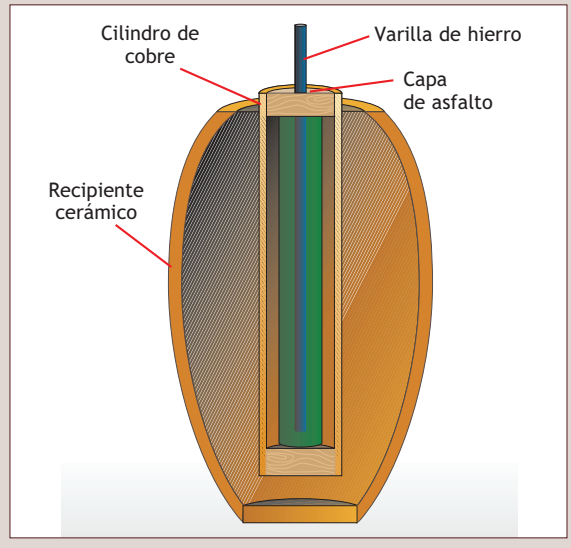
Los trabajadores del ferrocarril iraquí, durante unas excavaciones en una colina de Kujut Rabua (una aldea al Sureste de Bagdad) en junio de 1936, descubrieron una vieja tumba cubierta con una losa de piedra.

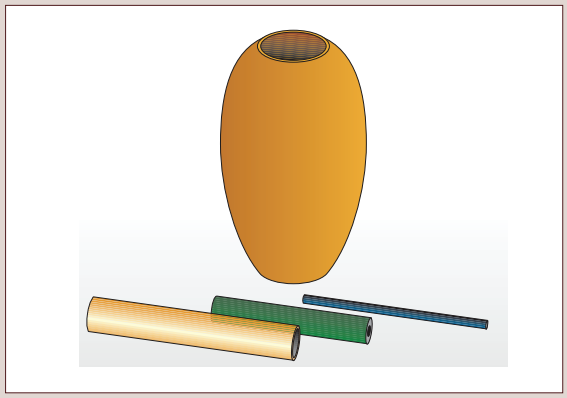
Durante dos meses, el departamento Iraquí de antigüedades extrajo de allí 613 objetos fechados en el período 248 a. de C. a 226 d. de C. Todos estos objetos fueron llevados al almacén del Museo de Bagdad.

En 1938, el doctor Wilhelm König, un arqueólogo austríaco, al revisar material almacenado en el Museo de Bagdad halló un objeto que podría alterar drásticamente los conceptos aceptados sobre el conocimiento antiguo.

Era un recipiente de unos quince centímetros de alto de cerámica, fechado en unos dos milenios atrás, que contenía un cilindro hecho de una hoja de cobre de doce por casi cuatro centímetros.

La costura del cilindro estaba soldada por una mezcla de estaño 60/40 similar a la que se usa hoy en día para soldar. Una capa de asfalto sellaba la parte superior, sosteniendo una varilla de hierro suspendida en el centro del cilindro de cobre. La varilla mostraba evidencias de haber sido corroída por un agente ácido.





Wilhelm lo identificó como una probable pila eléctrica. Describió su hallazgo en el *9 Jahre Irak*, publicado en Austria en 1940. El primer análisis de este objeto consistió en introducir en su interior un electrolito, y conectarle una lámpara, que se encendió muy débilmente. El informe oficial que se redactó después decía que este objeto se comportaba exactamente igual que una pila eléctrica moderna. Le pareció que estas "baterías" se habrían podido unir en serie (una detrás de otra) para aumentar el voltaje producido.

Pero, ¿es posible que en aquella época tuvieran artefactos que utilizaran electricidad para funcionar? Es un misterio.

Haciendo una leve incisión en estos vasos se descubrió una delgada pátina azul que es característica de los trabajos plateados por electrólisis sobre una superficie de cobre.

Hace unos años se propuso que podrían haber utilizado uvas aplastadas como electrolito o quizá vinagre. Se probó una réplica de la pila de Bagdad con resultado positivo, obteniendo 0,87 V. Varias celdas en serie habrían dado suficiente potencial como para depositar una fina capa de plata recubriendo pequeños objetos de metal.

unidad 13

Comunicación entre los componentes eléctricos y electrónicos del vehículo

SUMARIO

- Conductores de unión y conectores
- Sistemas de transmisión de datos. El CAN-BUS
- Funciones lógicas básicas

OBJETIVOS

- Conocer distintos tipos de uniones realizadas en circuitos eléctricos.
- Comprender el funcionamiento del sistema CAN-BUS de transmisión de datos.
- Identificar las distintas puertas lógicas y los diagramas de bloque.

1 >> Conductores de unión y conectores

A lo largo de las unidades anteriores, hemos estudiado los fundamentos sobre electricidad, electrónica y química básica necesarios para entender los circuitos de carga y de arranque del automóvil. En el automóvil, son muy abundantes los circuitos eléctricos y electrónicos, y, día a día, su número va aumentando.

Un cable conductor es el encargado de realizar la unión entre los distintos componentes eléctricos o electrónicos del automóvil. Los cables conductores aparecen agrupados con el fin de facilitar su sujeción y su localización en el vehículo.

Un mazo de cables es el conjunto de cables agrupados que comparten trayecto.

Así, por ejemplo, nos encontramos con el conjunto de cables de la puerta, necesarios para su apertura mediante el mando a distancia, así como para conectar el altavoz del equipo de música y los componentes del elevalunas eléctrico (Figura 13.1).

13.1. Mazo de cables situado en la puerta del vehículo.

Los mazos se dividen por zonas de manera que, en caso de avería, se puede efectuar la reparación sustituyendo tan solo el mazo afectado.

1.1 > Conectores

Los conectores son los elementos que nos permiten unir entre sí a los distintos componentes eléctricos de un circuito. Además, pueden ser separados fácilmente para realizar una reparación o efectuar la sustitución del elemento averiado.

Los conectores se sitúan en la unión de los distintos mazos entre sí (Figuras 13.2 y 13.3); en la unión entre los conductores que contiene un mazo y los componentes a los que debe llevar la electricidad (Figuras 13.4 y 13.5), y en la unión de los conductores con la caja de relés/fusibles (Figuras 13.6 y 13.7).

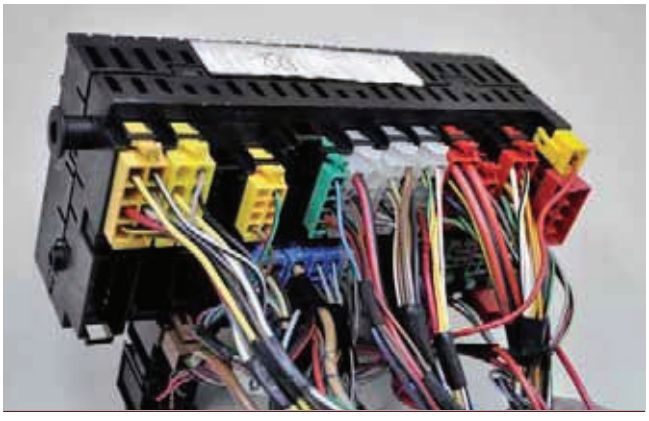
13.2. Conectores de unión de mazos antes de efectuar la unión.

13.3. Conector de unión de mazos una vez efectuada la unión.

13.4. Conector de unión de los conductores con el motor del elevalunas eléctrico antes de efectuar la unión.

13.5. Conector de unión de los conductores con el motor del elevalunas eléctrico una vez efectuada la unión.

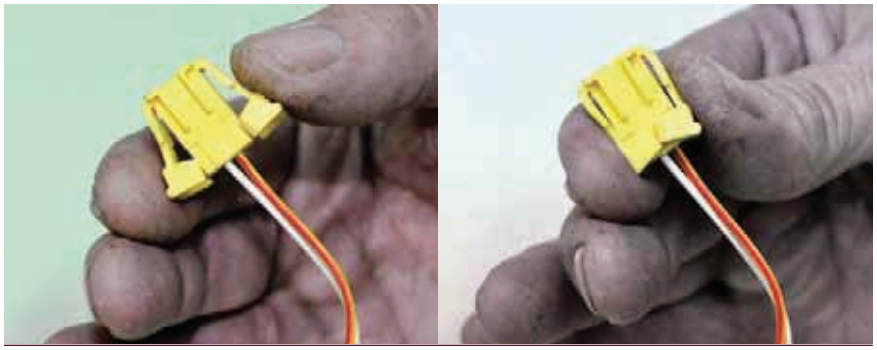
13.6. Conector de unión de los conductores con la caja de relés/fusibles antes de efectuar la unión.



13.7. Conector de unión de los conductores con la caja de relés/fusibles una vez efectuada la unión.

En cada conector pueden ir conectados uno o más cables conductores. A cada uno de los contactos de un conector se le denomina **pin.**

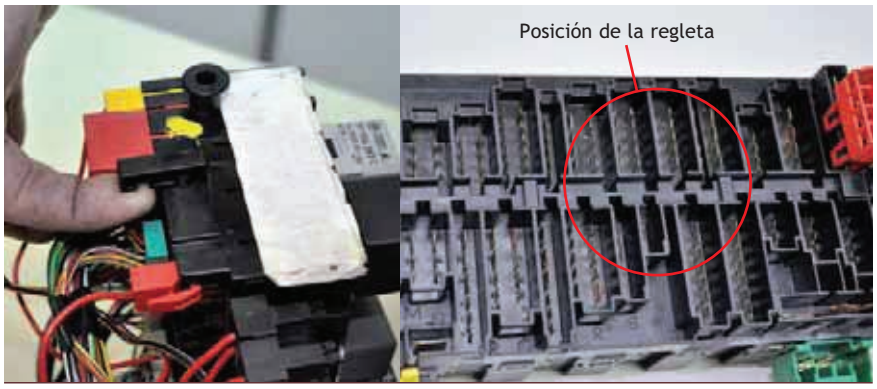
Los conectores van provistos de unas pestañas para asegurar su fijación una vez conectados (Figura 13.8).



13.8. Pestañas del conector.

Los conectores van fijados a la caja de relés/fusibles con dos mecanismos de seguridad, uno en el propio conector (pestañas) y el otro en la caja.

El mecanismo de seguridad de la caja de relés/fusibles consta de una regleta desplazable que, en función de la posición en la que se encuentra, permite o no la conexión o desconexión de los conectores.



13.9. Caja de relés/fusibles con la regleta desplazada para permitir la conexión y desconexión.

13.10. Caja de relés/fusibles con la regleta en la posición que no permite la conexión.

Los bornes de la bateria

Recuerda que el conector del borne positivo es mayor que el del borne negativo y ambos tienen forma troncocónica (Figura 12.9).

1.2 > Tipos de conectores

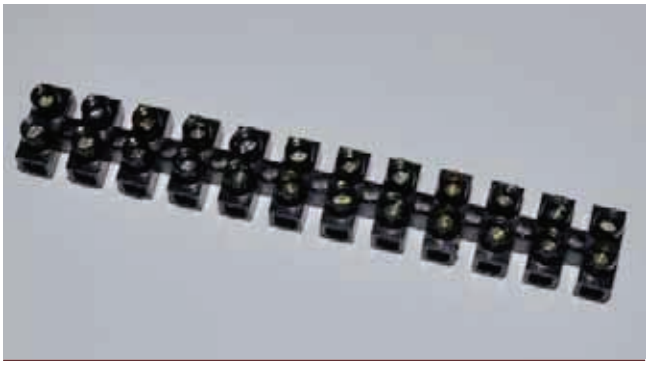
Además del conector **entre mazos**, explicado anteriormente (Figura 13.2), en el automóvil disponemos de otros tipos de conectores, como el conector de los bornes de la batería de un vehículo, visto en las unidades didácticas 11 y 12, referentes a la **batería** (Figura 13.11).

13.11. Conectores de los bornes de la batería.

También es muy utilizado un conector denominado **faston**, que se caracteriza por realizar la unión de un único conductor (Figura 13.12).

Además podemos encontrarnos con uniones realizadas mediante regletas (Figura 13.13).

13.12. Conector tipo faston.



13.13. Regleta.

Actividades propuestas

1·· ¿A qué nos estamos refiriendo cuando hablamos de un mazo de cables en un automóvil?

2·· ¿Para qué se utilizan los conectores?

3·· ¿A qué se denomina pin en un conector?

4·· Indica si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

a) En el automóvil existe un único mazo de cables que va desde el alternador hasta la luz de la matrícula.
b) La caja de relés/fusibles consta de un mecanismo de seguridad propio para evitar que los conectores se aflojen debido al constante movimiento del vehículo.

2 >> Herramientas y útiles de unión

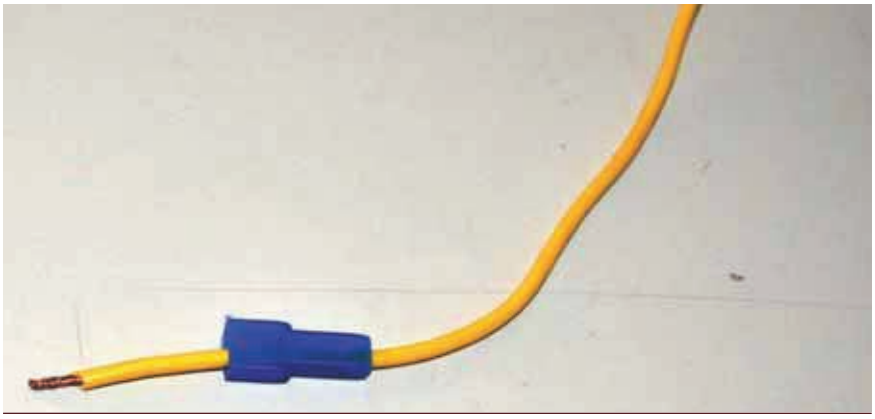
A continuación vamos a explicar cómo se realizan las uniones entre los cables conductores y los conectores y cuáles son los útiles que se emplean para cada uno de los distintos tipos de conector.

2.1 > Unión con conector tipo faston

Para reemplazar un hilo conductor, hay que colocar un conector de tipo faston en el extremo del nuevo conductor y posteriormente realizar la unión. Para ello, utilizaremos unos alicates de engatillar (Figura 13.14) usando la parte específica diseñada para este trabajo.

Antes de proceder a la colocación del faston en el hilo conductor, deberemos colocar sobre el mismo los capuchones aislantes con los que recubriremos la unión una vez la hayamos efectuado (Figura 13.15).

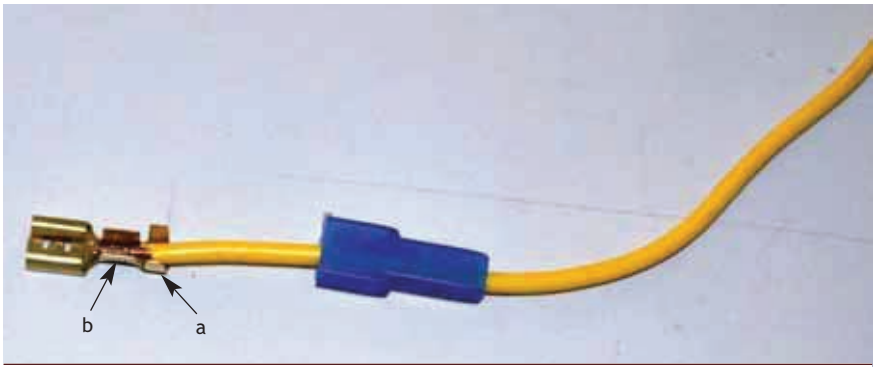
13.14. Alicates de engatillar.



13.15. Colocación de los capuchones aislantes.

A continuación, situaremos el faston en el extremo del cable, teniendo en cuenta que las pestañas de su parte exterior (a en la Figura 13.16) deben abrazar el aislante del cable, mientras que las pestañas de la parte interior deben abrazar el cable donde previamente hemos quitado el aislante (b la Figura 13.16).

Con la dimensión adecuada para nuestro terminal en los alicates de engatillar, presionaremos en primer lugar las pestañas sobre el aislante y luego las pestañas sobre el hilo conductor.



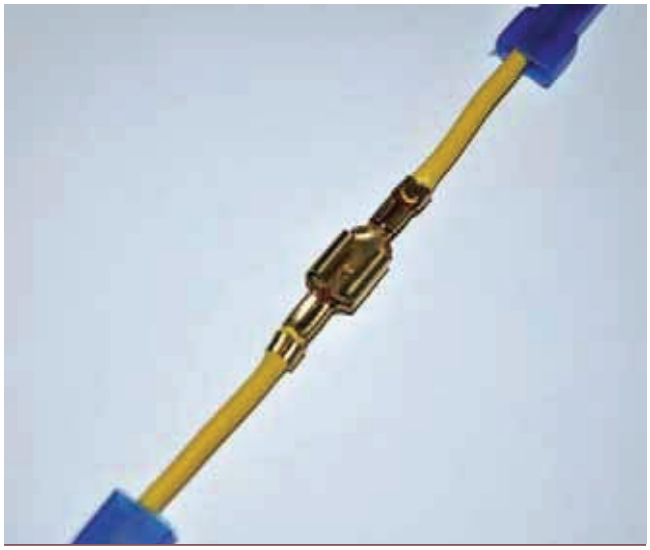
13.16. Colocación del faston en el cable antes de presionar.

13.17. Colocación de un faston cuando estamos presionando.

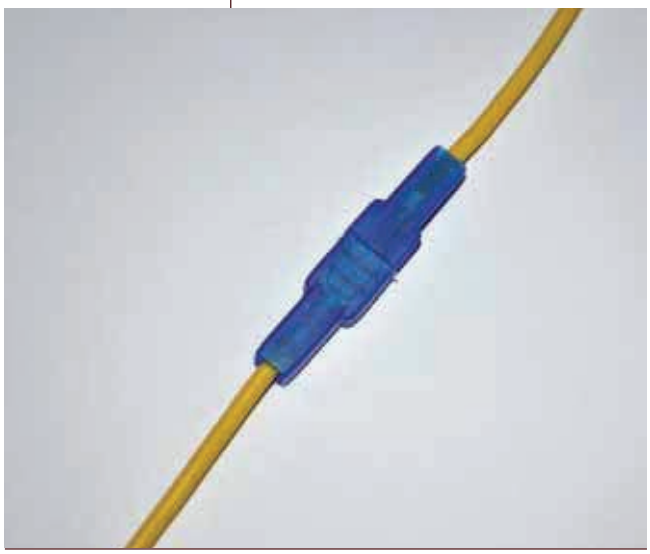
En el caso en que la unión la debamos realizar entre un faston hembra (Figura 13.18) y un faston macho (Figura 13.19), repetiremos las mismas operaciones para el faston macho y acabaremos la unión poniendo el capuchón aislante sobre la unión de ambos faston (Figura 13.20).

13.18. Faston hembra.

13.19. Faston macho.



13.20.a. Unión terminada sin aislante.



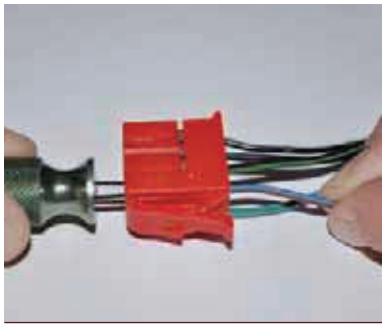
13.20.b. Unión terminada con aislante.

Existen otros tipos de faston para uniones atornilladas como el representado en la Figura 13.21.

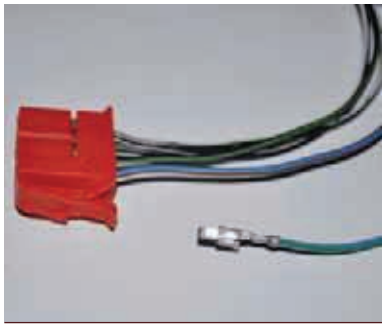
13.21. Faston para unión atornillada.

2.2 › Unión con conectores múltiples

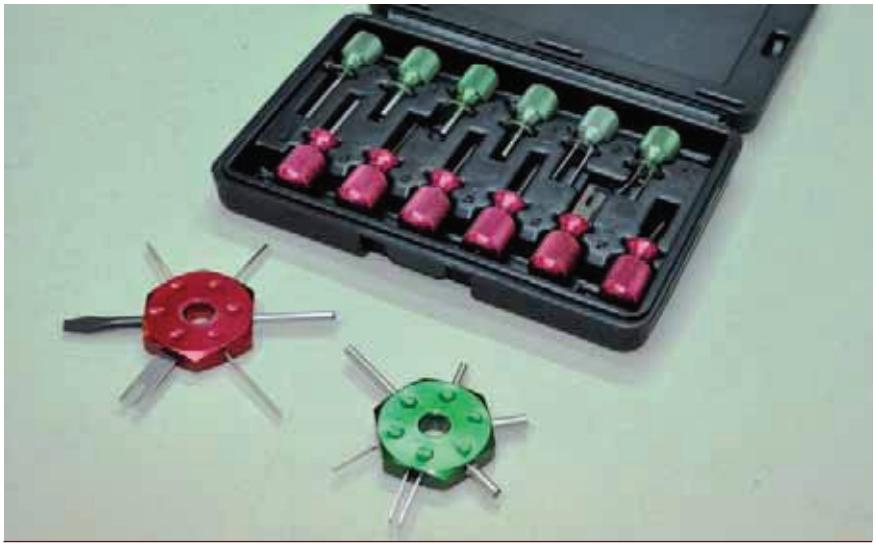
Para separar el cable conductor del conector, utilizaremos la herramienta específica representada en la Figura 13.22. Actuaremos del siguiente modo: en primer lugar, deberemos presionar el cable hacia la parte contraria a la salida para facilitar la movilidad de las pestañas que aseguran el conector en su posición y, a continuación, presionaremos con el útil adecuado a cada conector y realizaremos la extracción (Figura 13.23). Una vez separado el cable del conector (Figura 13.24), lo reemplazaremos por uno nuevo en el que deberemos colocar el terminal siguiendo el mismo procedimiento descrito en la unión de faston para, finalmente, volver a introducir el cable dentro del conector.



13.23. Separación del cable y el conector.



13.24. Unión de cable y conector.



13.22. Dos modelos distintos de herramienta para separar el cable del conector.

2.3 › Unión entre conector de la batería y el hilo conductor

El hilo conductor y los bornes de la batería actualmente van unidos mediante una unión soldada (Figura 13.25); en caso de que tengamos que reemplazar el conector de fábrica, la unión entre ambos se realizará utilizando terminales como los de la Figura 13.11.

13.25. Unión entre el conector de la batería y el conductor.

2.4 > Unión mediante regletas

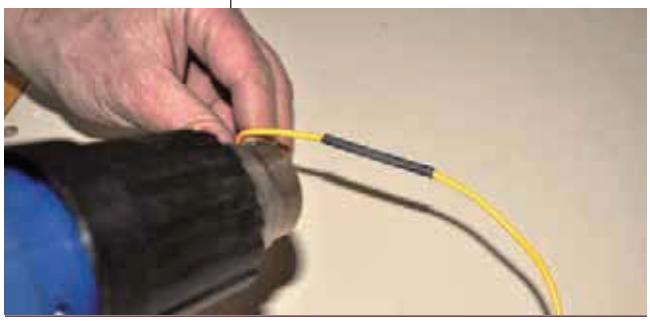
En este caso, la unión la realizamos introduciendo por ambos lados de la regleta los extremos de los hilos conductores que queremos enlazar. Previamente se quita el aislante de sus extremos y se retuercen sus hilos conductores, y finalmente se asegura su fijación mediante los tornillos (Figura 13.26).

13.26. Unión mediante regletas.

2.5 > Unión directa cable con cable

Para realizar la unión directa cable con cable, cortaremos un trozo de cinta retráctil (Figura 13.27) del grosor necesario para nuestra unión y la colocaremos sobre uno de los hilos conductores. A continuación, uniremos directamente los hilos conductores y desplazaremos la cinta retráctil sobre la unión para finalizarla aplicando calor (Figura 13.28).

13.27. Cortamos la cinta retráctil.



13.28. Aplicamos calor a la unión.

Actividades propuestas

5·· ¿Para qué se utiliza la cinta retráctil en las uniones entre conductores?

6·· ¿Cuántos tipos de faston conoces?

7·· Indica si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

a) El faston es un terminal compuesto como mínimo por cinco pines.
b) Utilizaremos calor para fijar la cinta retráctil sobre la unión de dos conductores.
c) No existe herramienta específica para efectuar la sustitución de un conductor en un conector de varios pines, por lo que se realizará con unos alicates muy finos.
d) Para efectuar la unión de un conductor con un terminal faston utilizaremos los alicates de engatillar.

3 >> Sistemas de redes para transmisión de datos

Con el fin de disminuir la cantidad de sensores y cables conductores en los automóviles, se ha ideado un sistema con unidades de control electrónico y redes que permiten conectar instantáneamente todos los circuitos eléctricos y electrónicos del automóvil entre sí.

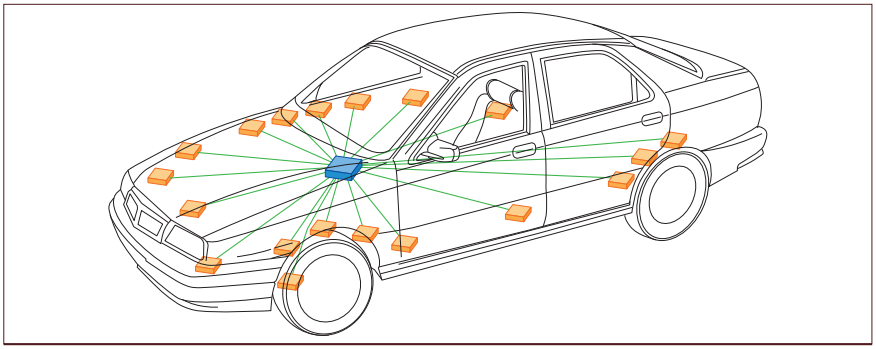
A continuación, estudiaremos estos componentes.

3.1 > Unidades de control electrónico (UCE)

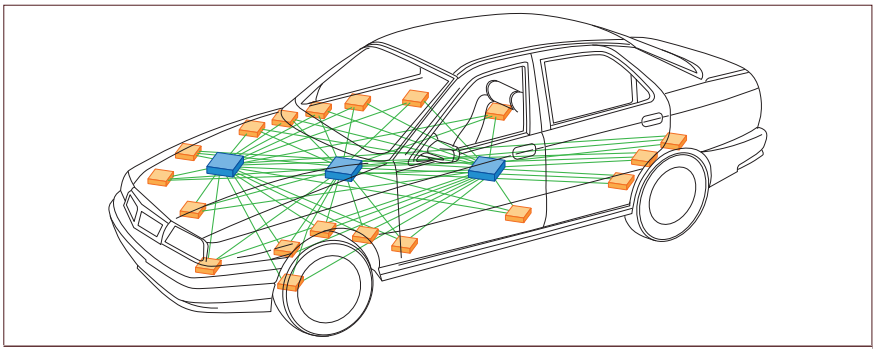
Las unidades de control son unos dispositivos cuyo fin es recibir información de distintos sensores para posteriormente mandarla a los actuadores, quienes serán los encargados de ejecutar una acción.

Así, por ejemplo, en un circuito ABS, si el **sensor de velocidad** detecta que ha disminuido en una rueda la velocidad de giro respecto de las otras o, simplemente, ha dejado de girar, **envía esta información a la unidad de control (UCE)** y esta **da la orden al actuador** (en este caso el circuito hidráulico que gobierna la presión de frenado), para que **disminuya la presión** en la rueda indicada. Con ello se consigue igualar la velocidad de la rueda bloqueada con el resto de las ruedas.

En un prinicipio, los automóviles disponían únicamente de una unidad de control pero, debido al aumento de los consumos eléctricos y electrónicos, actualmente un automóvil dispone de varias unidades de control (Figuras 13.29 y 13.30).



13.29. Automóvil con una UCE.



13.30. Automóvil con tres UCE.

Ya conocemos sensores

Son ejemplos de sensores los componentes estudiados en:

- La unidad 1: resistencias NTC, PTC, VDR y LDR.
- La unidad 4: el generador de impulsos inductivo.
- La unidad 5: el generador Hall.

Actuadores

Los actuadores son los distintos componentes del automóvil que reciben una orden de la UCE y ejecutan una acción.

ABS, *Antiblockiersystem*

El ABS es el sistema utilizado en la actualidad para evitar que los frenos bloqueen una rueda cuando esta se encuentra sobre una superfície deslizante.

3.2 > Comunicación entre las distintas unidades de control de un automóvil

Si comparamos las anteriores Figuras 13.29 y 13.30, vemos que los conductores se multiplican a medida que aumentan las unidades de control.

Son dos los motivos por los que aumentan los conductores:

– Porque aumentan los consumos.
– Porque hay más de una unidad de control que necesita la información que envía un sensor.

El aumento de conductores en un automóvil provoca:

– Encarecimiento en la fabricación.
– Mayor peso del vehículo.
– Mayor volumen ocupado.
– Dificultad en la localización de un conductor.
– Aumento del número de averías.

Para disminuir el número de conductores de un vehículo, se establece un **sistema de redes** a través del cual las unidades de control intercambian la información.

Cuando un sensor envía información a una UCE, esta la remite inmediatamente al resto de UCE. De esta manera, ya no es necesario disponer de más de un sensor para detectar un mismo parámetro utilizado por distintas UCE.

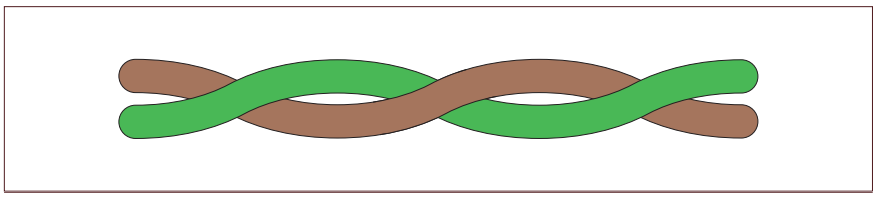
Un sensor, dos unidades de control

El sensor que llevan incorporadas las ruedas permite conocer su velocidad de giro y se utiliza para mantener informado al circuito de frenos ABS, así como al cuadro de instrumentos, de manera que este pueda indicarnos la velocidad de desplazamiento del vehículo.

3.3 > CAN-Bus (*Controller Area Network*)

El sistema de redes utilizado mayoritariamente es el denominado CAN-Bus ideado por la casa Bosch.

El CAN-Bus es un sistema de redes en el que las unidades de control intercambian datos entre sí a través de dos únicos hilos conductores entrelazados (Figura 13.31).



13.31. Hilos conductores entrelazados.

Actividades propuestas

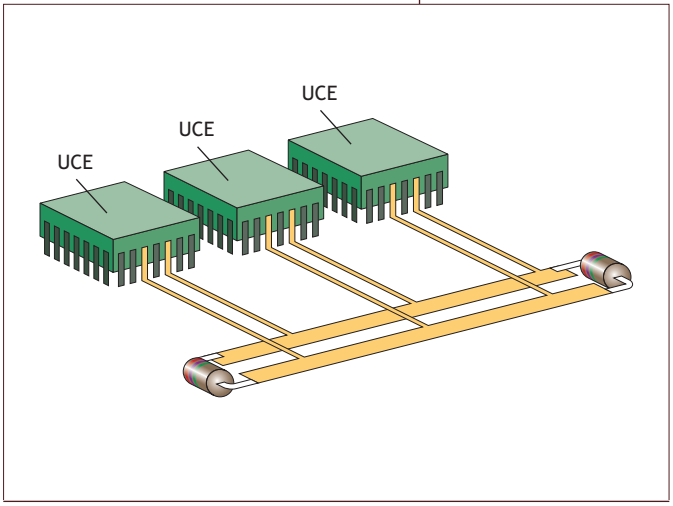
8·· ¿Qué es una PTC?, ¿y una NTC?, ¿y una VDR?, ¿y una LDR?

9·· ¿En qué consiste un generador de impulsos inductivo?, ¿y un generador Hall?

10·· ¿Cuál es la razón por la que cada vez hay más UCE en los automóviles?

11·· Existe un sistema de redes por donde las UCE mandan información al resto de UCE, ¿cómo se denomina el sistema de redes mayoritariamente utilizado? ¿Qué fabricante lo diseñó?

4 >> Funcionamiento del CAN-Bus (*Controller Area Network*)



13.32. Conexión CAN-Bus.

El CAN-Bus lo forman dos hilos conductores entrelazados por donde se transmite la información desde una UCE a las restantes. Por él circulan valores de tensión de 0 V y 5 V.

4.1 > Transmisión de los datos

Cada unidad de control puede hacer de emisor, para enviar una información a través del CAN-Bus, o de receptor, para recibir de él una información.

A los datos transmitidos a través del CAN-Bus se les denomina **mensajes**.

En una transmisión por CAN-Bus, todas las unidades de control están conectadas entre sí en paralelo, de manera que cuando una unidad manda un mensaje, el resto de unidades lo reciben al mismo tiempo (Figura 13.32).

4.2 > Conversión de los datos

Cuando una unidad de control va a enviar un mensaje, se realizan una serie de transformaciones de dicho mensaje.

Para llevar a cabo estas transformaciones hay que seguir el siguiente proceso:

– **El controlador CAN** convierte el valor numérico que viene de la unidad de control a **código binario.**
La **transformación de un número de decimal a binario** es un proceso matemático sencillo, que consiste en lo siguiente: deberemos dividir el valor en código decimal por 2 tantas veces como sea necesario, hasta que el cociente sea o bien un 1 o bien un 0.
En código binario, las cantidades se expresan mediante combinaciones de unos y ceros. Así, el número 20 en código decimal, se expresa como 10100 en código binario, y el número 43 en código decimal, como 101011 en código binario.

– **El transceptor** transforma el mensaje de código binario **a valores de tensión.** Para ello, asigna 0 V al valor 0 obtenido del controlador CAN y 5 V, al valor 1.

- Los valores de tensión así obtenidos se pueden transportar a través de un hilo conductor desde una unidad de control a las demás y, una vez allí, se deberán transformar nuevamente dichos valores en código binario para, posteriormente, traducirlos de nuevo a código decimal.
- Cuando una unidad de control recibe un mensaje, revisa si necesita o no dicha información para realizar sus funciones. Si la unidad de control no necesita la información recibida, la desprecia; en caso contrario, la acepta y la procesa.

Emisor y receptor

Es una situación análoga a la de las redes sociales que existen en Internet (MySpace, Tuenti, Facebook...) y que permiten interactuar entre distintos internautas. Cuando un internauta coloca una información en la red, el resto de internautas conectados a la misma red y autorizados para ello pueden ver esa información. De la misma manera, también estos pueden enviar otra información y compartirla. Todos son emisores y receptores de la información.

La televisión

El proceso que deben seguir las imágenes y el sonido para llegar a nuestras casas es:

- Se graba el programa.
- Se transforma la imagen y el sonido en ondas electromagnéticas que viajarán por el espacio.
- Estas ondas electromagnéticas serán captadas por las antenas de nuestros edificios, donde se transformarán nuevamente en sonido y en imagen.
- Nuestros televisores nos ofrecerán el programa grabado.

Casos prácticos

Transformación de un mensaje de código decimal a binario

•• El sensor de velocidad de un vehículo nos indica que el motor está girando a 1 000 rpm. ¿Cómo se convierte esa velocidad de 1 000 rpm a código binario?

Solución •• Para convertir el número 1 000 de decimal a binario, hay que dividir sucesivamente el número entre 2 hasta que el cociente sea un 1. Por cada una de esas divisiones, iremos almacenando el resto, que siempre será 0 o 1. Así, para transformar 1 000 a binario:

1 000	2	El resto es 0								
00	500	2	El resto es 0							
00	10	250	2	El resto es 0						
0	00	05	125	2	El resto es 1					
	0	10	0 5	62	2	El resto es 0				
		0	**1**	02	31	2	El resto es 1			
				0	11	15	2	El resto es 1		
					1	**1**	7	2	El resto es 1	
							1	3	2	El resto es 1
								1	**1**	

Una vez efectuada la división, el código binario se forma con un 1, que es el último cociente obtenido, seguido por todos los restos de las divisiones, empezando por el último y terminando por el primero. Así pues, el número 1 000 en código decimal corresponde a 1111101000 en código binario.

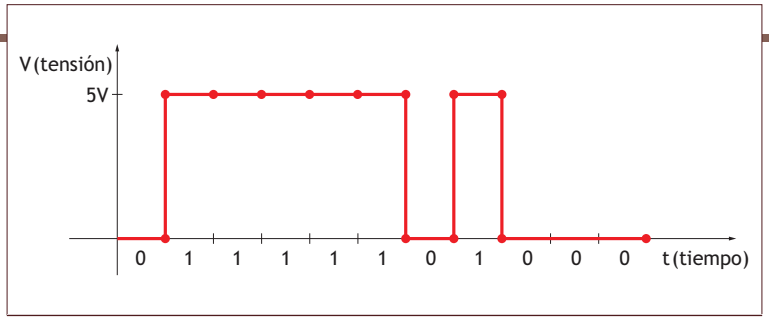
Si el CAN-Bus necesita enviar los mensajes con un número mayor de dígitos, deberemos añadir tantos ceros a la izquierda del número obtenido anteriormente como sea necesario hasta llegar al número de dígitos que precisa el CAN-Bus para transmitir ese parámetro. Así por ejemplo, si debe mandar un mensaje con once dígitos, el número resultante sería: 01111101000.

Casos prácticos

El transceptor

•• Queremos conocer en qué valores transforma el transceptor el código binario 01111101000 obtenido en el caso práctico anterior.

Solución •• Cuando al transceptor le llega una información en código binario, la transforma en dos valores de tensión, adjudicando a los valores 1 una tensión de 5 V y a los valores 0 una tensión de 0 V. Así, la información anterior quedaría como muestra la Figura 13.33.



13.33. Valores de tensión correspondientes al valor 01111101000.

Casos prácticos

Conversión de los valores de tensión del CAN-Bus en dígitos

•• Queremos conocer cómo lee el transceptor los valores de tensión y los convierte en un valor binario.

Solución •• Al transceptor receptor le llegan los valores de tensión según una gráfica. En nuestro caso práctico anterior, esta gráfica se corresponde con la de la Figura anterior, la 13.33. Para transformar los valores de la gráfica a código binario, empezaremos por el valor que toma la tensión en el punto que corresponde a tiempo 0 e iremos anotando un 1 cuando la tensión recibida sea 5 V y un 0 cuando el valor de la tensión recibida sea de 0 V. Así, en la gráfica anterior, leemos un valor de 01111101000.

Casos prácticos

De binario a decimal

•• Disponemos de un valor en código binario de 01111101000 y lo queremos pasar a código decimal.

Solución •• Para convertir un número de binario a decimal, hay que tomar el 0 o 1 que se encuentre en la posición más a la derecha del número y multiplicarlo por 2^0, la siguiente por 2^1, la siguiente con 2^2 y así sucesivamente. En cada posición, deberemos multiplicar la potencia correspondiente por 0 o 1 en función de si en el número binario hay un 0 o un 1. Una vez obtenidas todas las multiplicaciones, el número decimal se forma sumando todas las cantidades resultantes. Así pues quedará que nuestro número binario 01111101000 es igual a 1 000 en código decimal:

$0 \times 2^0 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^7 + 1 \times 2^8 + 1 \times 2^9 + 0 \times 2^{10} =$
$= 0 + 0 + 0 + 8 + 0 + 32 + 64 + 128 + 256 + 512 + 0 = 1\,000$

Actividades propuestas

12•• ¿A qué denominamos mensaje en una red CAN-Bus? ¿Cuál es la función del controlador CAN? ¿Y la del transceptor?

13•• Convierte a binario el número decimal 90. Realiza una gráfica con los valores de tensión que corresponden al número binario obtenido.

14•• Convierte a valor decimal el número binario 01101001100.

15•• Indica si las siguientes afirmaciones son o no correctas:

a) El CAN-Bus es un sistema de redes en el que las UCE se intercambian información a través de dos conductores separados entre sí.
b) Una UCE del CAN-Bus realiza la función de emisora y el resto de UCE son receptoras (como ocurre con la televisión).
c) En un número binario nos podemos encontrar con los dígitos 0, 1 y 2.
d) Todas las UCE utilizan los valores que reciben, puesto que la UCE emisora ya se encarga de enviarlos solamente a las UCE que los necesitan.

4.3 > Áreas del CAN-Bus

El CAN-Bus consta de tres áreas, que son:

– CAN área de tracción.
– CAN de infotenimiento.
– CAN área de confort.

A cada una de estas áreas se asocian unas unidades de control específicas, cuyo número va aumentando con la evolución de la tecnología.

Cada vez se inventan más accesorios para el automóvil. Cada accesorio que se incorpora va acompañado de su unidad de control electrónico. Por ejemplo, hay automóviles que dependiendo de con qué llave se abra ajustan automáticamente los retrovisores, el volante y el asiento a una posición predeterminada.

Las unidades de control del **área de tracción** son:

– Del motor.
– Del cambio.
– De los frenos.
– Del *airbag*.
– De la palanca selectora.
– Del cuadro de instrumentos.
– Del sensor de ángulo de viraje.
– De la servodirección.

Las unidades de control del **área de infotenimiento** son:

– De navegación.
– De la interfaz del teléfono.
– DSP (Procesador Digital de Señal, mejora la acústica del interior del vehículo).
– Radio.

Las unidades de control del **área de confort** son:

– Del área de confort.
– Del climatizador.
– De la puerta del conductor.
– De la puerta del acompañante.
– De la puerta trasera izquierda.
– De la puerta trasera derecha.
– De asistencia al aparcamiento.
– Del control de la presión de los neumáticos.
– De la memoria de posición del asiento del conductor.

4.4 > Prioridad de los mensajes

Puede que varias unidades de control estén transmitiendo mensajes al mismo tiempo. Cuando esto ocurre, existe una priorización en el envío.

De todas las unidades de control que están mandando mensajes, sigue transmitiendo el mensaje la UCE que tiene prioridad, mientras que el resto de UCE se convierten en receptoras hasta que el primer mensaje ha sido enviado.

ESP

Las siglas ESP significan "programa electrónico de estabilidad". Se trata de un sistema de seguridad que evita que un automóvil se salga de su trayectoria cuando realiza maniobras bruscas.

Una vez el mensaje haya sido enviado, se pondrá a mandar su mensaje la unidad de control que tenga prioridad frente al resto y así sucesivamente hasta que se hayan transmitido todos los mensajes que estaban en espera.

De manera general, podemos afirmar que, por orden de prioridad, se encuentran:

– El CAN-Bus del área de tracción.
– A continuación, el CAN-Bus del área de confort.
– Y, en último lugar de prioridades, se encuentra el CAN del área de infotenimiento.

Dentro de cada área del CAN-Bus también existen prioridades. Así, por ejemplo, en el área de tracción, tendrá prioridad la unidad de control para ABS/ESP frente a la unidad de control del motor y esta será prioritaria por delante de la unidad de control para el cambio automático.

Un controlador CAN reconoce la prioridad del mensaje por el número de ceros que tiene al inicio cada mensaje en código binario.

Casos prácticos

¿Qué mensaje es prioritario?

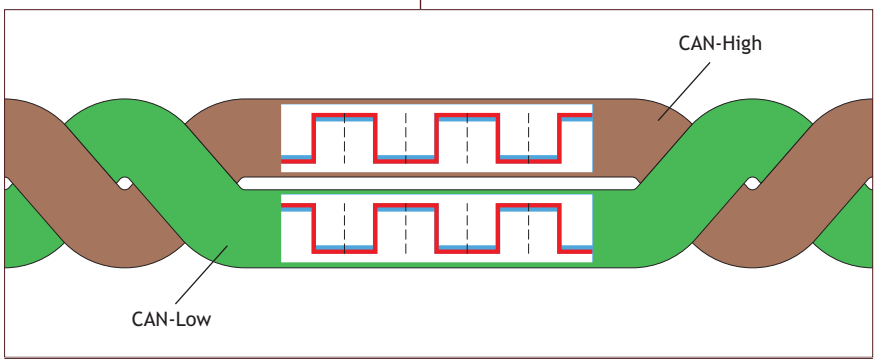
•• Los siguientes son mensajes en código binario que se mandan a través del CAN-Bus:

- 01000101110.
- 10111100111.
- 00011011001.
- 00100000111.

¿En qué orden se transmitirían los anteriores mensajes?

Solución •• La prioridad establecida nos indica que el primer mensaje que se mandará será el que tenga más ceros a su izquierda.

En este caso, el mensaje que se enviará en primer lugar es 00011011001. A continuación, se transmitirá el mensaje compuesto por 00100000111. Posteriormente se mandará el 01000101110 y, en último lugar, el mensaje 10111100111.



13.34. Resistencias en los extremos del CAN-Bus.

4.5 > Componentes del CAN-Bus

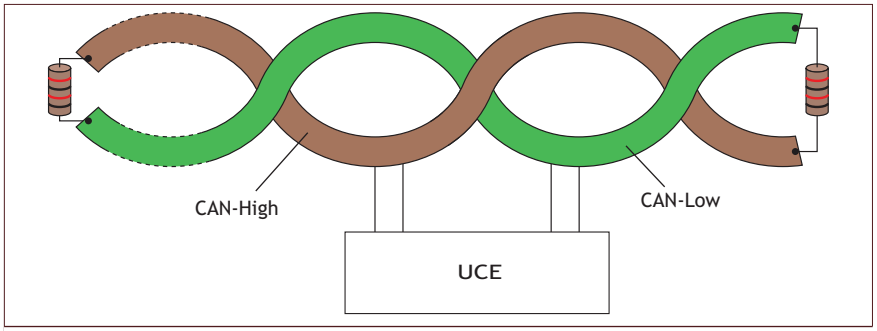
El CAN-Bus está compuesto por dos hilos conductores entrelazados (CAN-Low y CAN-High) que transmiten constantemente valores de tensión contrarios. Esto significa que cuando el CAN-Low está transmitiendo el valor 1 el CAN-High está transmitiendo el valor 0 y a la inversa (Figura 13.34).

La información se podría transmitir mediante un único conductor, pero utilizando dos se obtiene la ventaja de evitar las alteraciones y distorsiones que sufre la señal debido al efecto de los componentes eléctricos y electrónicos del automóvil sobre el valor enviado.

Al enviar una UCE un mensaje a través de dos conductores, las interferencias afectan por igual a ambos y la diferencia de tensión entre uno y otro se mantiene constante, por lo que este es el valor que reciben el resto de UCE.

Los extremos de ambos conductores están unidos por una resistencia cuya misión es evitar el efecto eco o de retorno de la información (Figura 13.35).

En ningún caso se pueden modificar los conductores de una red CAN-Bus. En caso de avería, debe ser sustituida la red entera.



13.35. Valores de tensión en los dos conductores del CAN-Bus.

Actividades propuestas

16·· ¿Cómo sabe la red CAN-Bus qué mensaje es prioritario?

17·· Clasifica los siguientes mensajes por prioridades de envío:

a) 11100101.
b) 01011011.
c) 1111111.
d) 0110001.

18·· ¿A qué denominamos CAN-Low y CAN-High?

19·· ¿Cuál es la razón por la cual el sistema de redes CAN-Bus lo constituyen dos hilos conductores entrelazados y no uno solo?

20·· Indica si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

a) Cuando debamos alargar los conductores del CAN-Bus, utilizaremos siempre conectores de tipo faston.
b) Las resistencias que se encuentran en los extremos de la línea CAN-Bus tienen por misión evitar el efecto eco o de retorno de la información.
c) El CAN-Bus tiene en el área de confort las unidades de control:

- De navegación.
- Del interface del teléfono.
- DSP.
- Radio.

5 >> Funciones lógicas básicas digitales

Hasta aquí hemos explicado simplificadamente cómo se transmite una información a través de la red CAN-Bus. En este epígrafe vamos a conocer cómo actúa una unidad de control cuando recibe distintos mensajes de diferentes unidades de control y cómo los tiene en cuenta.

Por ejemplo, la unidad de control recibe las siguientes señales:

– Control de velocidad activado.
– Aumento de las revoluciones de motor.

Con toda esta información, la unidad de control corta el suministro de combustible al motor, con lo que consigue retener el vehículo y que este no se acelere por el hecho de estar en una pendiente.

Los elementos encargados de procesar más de una información son las puertas lógicas.

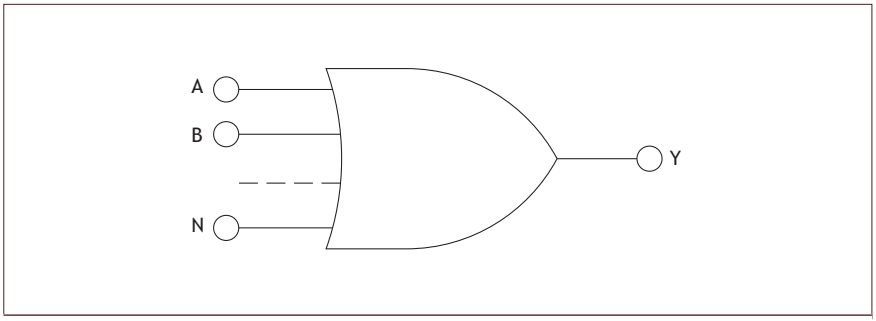
Una puerta lógica es un componente de un circuito digital que recibe una o varias señales digitales (ceros o unos) y, según la puerta lógica de que se trate, procesa la información recibida y manda una nueva señal (un cero o un uno).

Las **puertas lógicas básicas digitales** son:

– OR.
– AND.
– XOR (OR exclusiva).
– NOT, NOR y NAND.

5.1 > Puerta lógica OR (O)

Una puerta lógica OR tiene dos o más entradas y una sola salida. Su presentación esquemática se muestra en la Figura 13.36.



13.36. Símbolo de la puerta lógica OR.

OR significa O, es decir, o una entrada o la otra o ambas.

Así, por ejemplo, si disponemos de dos entradas y recibe en la puerta lógica OR un 1 por una entrada y un 0 por la otra; a la salida, como al menos uno de los dos es 1, la nueva señal de salida será 1.

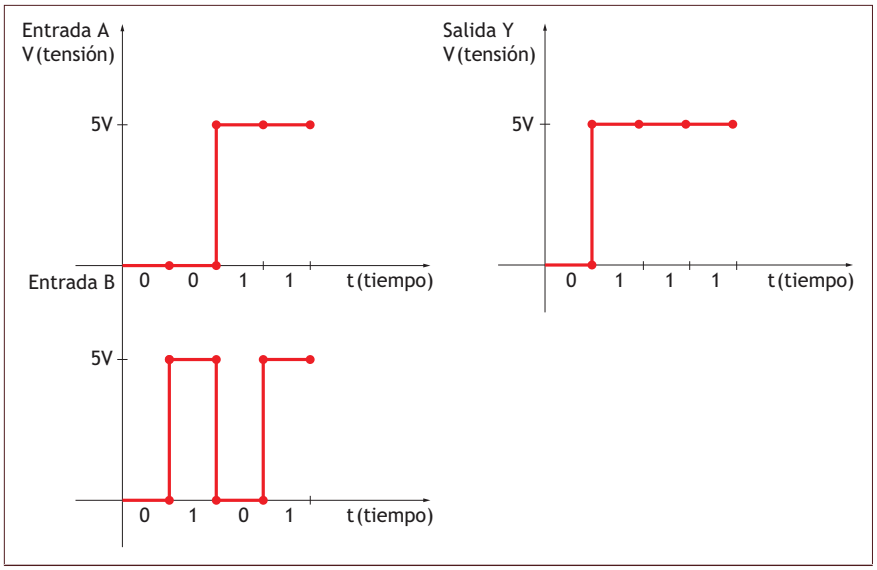
Estas entradas y salidas de cualquier puerta lógica se pueden representar en lo que se denomina **tabla de verdad**.

En estas tablas se representan todas las situaciones posibles de entrada en una puerta lógica, así como el valor que devuelve la salida (Figura 13.37).

La tabla de verdad anterior se puede expresar según el **álgebra de Boole** como **Y = A + B.** En caso de un número de entradas indeterminado, la expresión de Boole para una puerta lógica OR será:

$$Y = A + B + C + \ldots$$

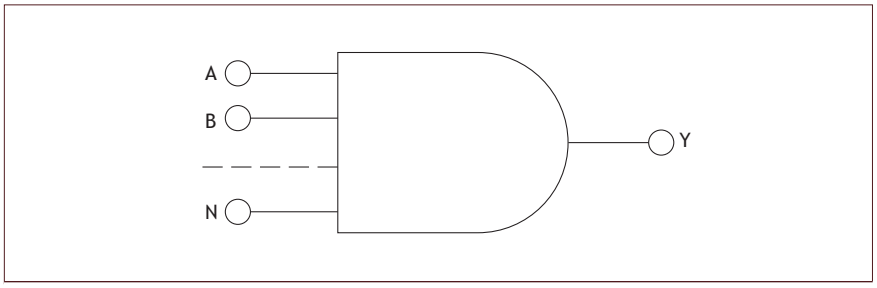
A los valores binarios anteriores les corresponden unos valores de tensión que se pueden representar en la gráfica de la Figura 13.38.



13.38. Valores de tensión de la puerta lógica OR de dos entradas.

5.2 > Puerta lógica AND (Y)

Una puerta lógica AND tiene dos o más entradas y una sola salida. Su presentación esquemática se muestra en la Figura 13.39.



13.39. Símbolo de la puerta lógica AND.

AND significa Y. Es decir, una entrada y la otra

Así, por ejemplo, si disponemos de dos entradas y le llega a la puerta lógica AND un 1 por una entrada y un 0 por la otra, la salida, como no son 1 ambos, será 0. Es decir; la salida será 1 solo en el caso que ambas entradas sean 1; en cualquier otro caso, la salida será 0.

La tabla de verdad será en este caso la de la Figura 13.40.

Entrada		Salida
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

13.37. Tabla de verdad para una puerta lógica OR de dos entradas.

¿Qué significa el símbolo ¯ encima de una letra, como en $\bar{A}$?

Cuando el símbolo ¯ aparece encima de una letra, por ejemplo de la letra *A*, de la siguiente manera: $\bar{A}$ indica que el valor que debe tomar dicho símbolo es el contrario que toma cuando la letra se encuentra sola.

Así por ejemplo, si $A = 0 \Rightarrow \bar{A} = 1$.

Entrada		Salida
A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

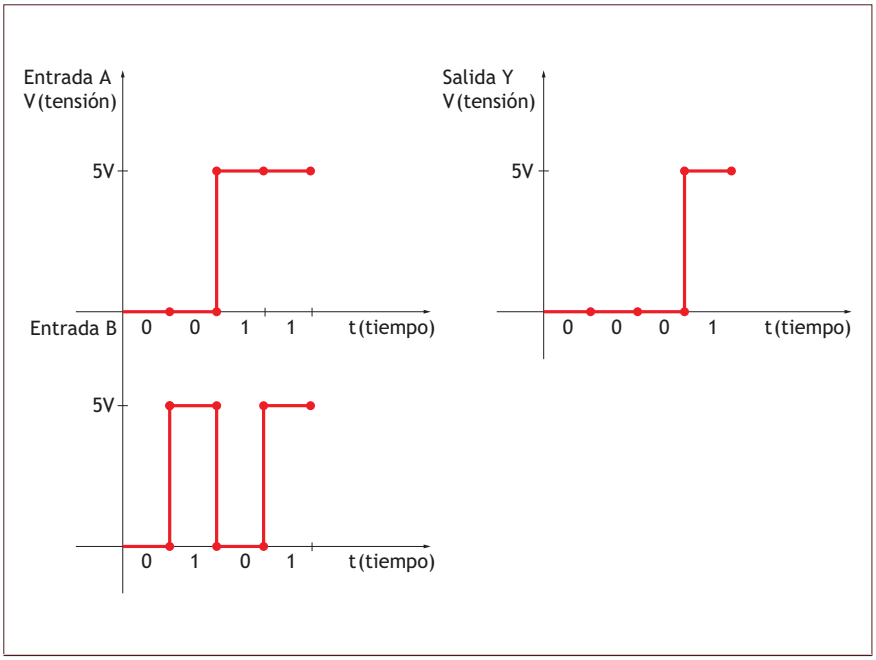
13.40. Tabla de verdad para una puerta lógica AND de dos entradas.

Existe otra manera de definir la puerta lógica AND: utilizando el álgebra de Boole.

La tabla de verdad de la página anterior, correspondiente a una puerta lógica AND, según el álgebra de Boole y para un número de entradas indeterminado, se expresa con:

$$Y = A \cdot B \cdot C \cdot \ldots$$

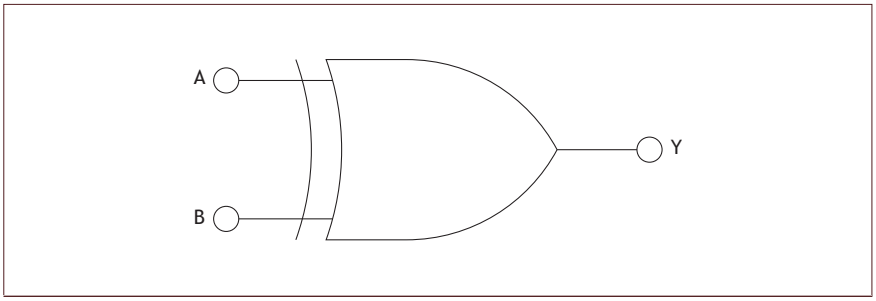
A los valores binarios anteriores les corresponden unos valores de tensión que se pueden representar mediante la gráfica de la Figura 13.41.



13.41. Valores de tensión de la puerta lógica AND de dos entradas.

5.3 > Puerta lógica XOR (OR exclusivo)

Una puerta lógica XOR u OR exclusivo tiene dos o más entradas y una sola salida. Su presentación esquemática se muestra en la Figura 13.42.



13.42. Símbolo de la puerta lógica OR EXCLUSIVO.

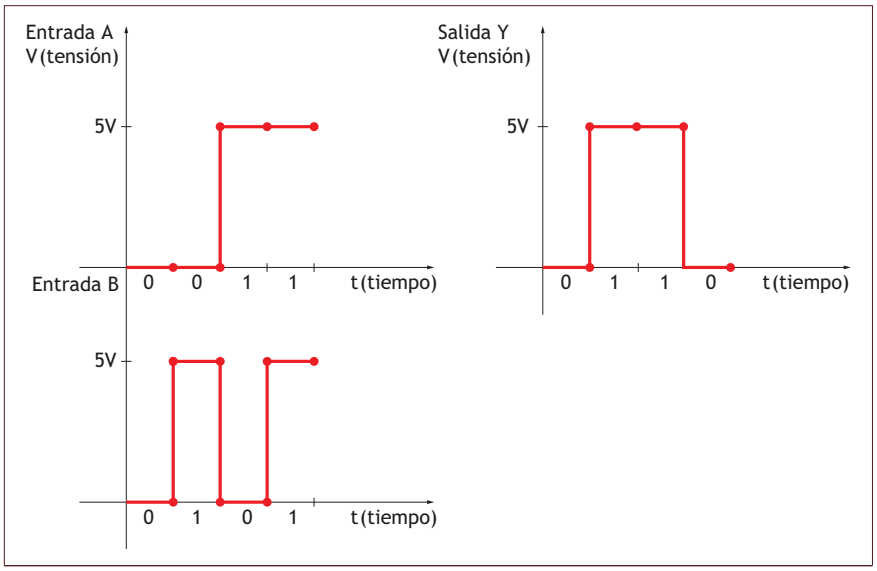
La puerta lógica OR EXCLUSIVO se diferencia de la puerta lógica OR solamente en el resultado de las entradas en las que todas son 1. El resto de salidas son idénticas a la puerta lógica OR.

La tabla de verdad será en este caso la de la Figura 13.43.

La tabla de verdad de la derecha, correspondiente a una puerta lógica OR EXCLUSIVO, según el álgebra de Boole y para un número de entradas indeterminado, se expresa como:

$$Y = A \oplus B \oplus C \oplus \ldots$$

A los valores binarios anteriores les corresponden unos valores de tensión que se pueden representar como se indica en la Figura 13.44.



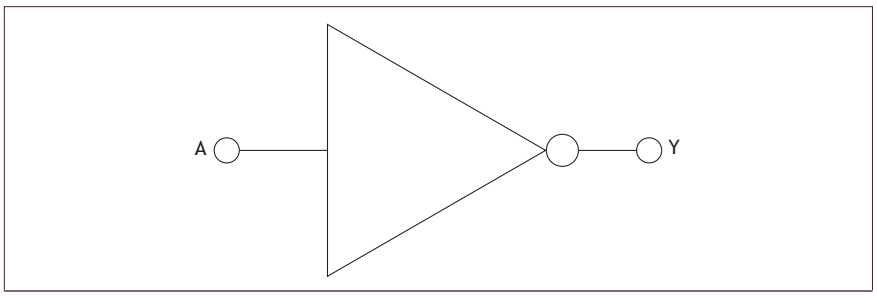
13.44. Valores de tensión de la puerta lógica OR EXCLUSIVO de dos entradas.

Entrada		Salida
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

13.43. Tabla de verdad para una puerta lógica OR EXCLUSIVO de dos entradas.

5.4 › Negación: puerta lógica NOT (NO)

Una puerta lógica NOT tiene una sola entrada y una sola salida. Su presentación esquemática se muestra en la Figura 13.45.



13.45. Símbolo de la puerta lógica NOT.

NOT significa NO (negación). Es decir, la salida será contraria a la entrada.

La tabla de verdad será en este caso la que se ve en la Figura 13.46.

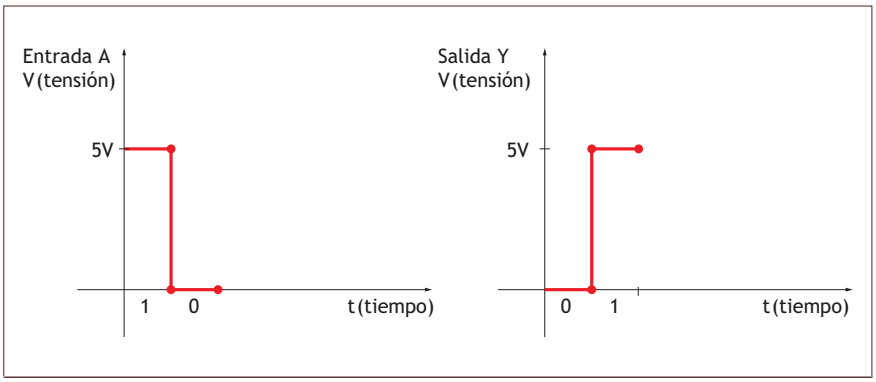
Dicha tabla de verdad, correspondiente a una puerta lógica NOT, según el álgebra de Boole, se expresa por:

$$Y = \overline{A}$$

Entrada	Salida
A	Y
1	0
0	1

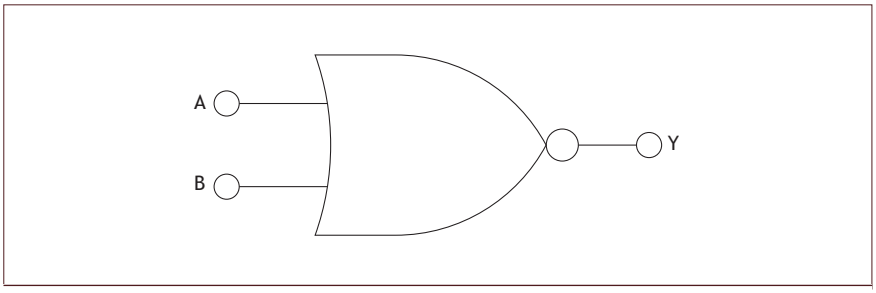
13.46. Tabla de verdad para una puerta lógica NOT.

A los valores binarios anteriores les corresponden unos valores de tensión que se pueden representar según se muestra en la Figura 13.47.



13.47. Valores de tensión de la puerta lógica NOT.

Cuando la puerta lógica NOT va a continuación de una puerta lógica OR, se le denomina NOR. Se puede representar mediante los dos símbolos (primero el de la puerta lógica OR seguido de NOT, pero se acostumbra a simplificar según se muestra en la Figura 13.48).



13.48. Símbolo de la puerta lógica NOR.

Su tabla de verdad es la mostrada en la Figura 13.49.

La tabla de verdad de la izquierda, correspondiente a una puerta lógica NOR, según el álgebra de Boole, se expresa por:

$$Y = (\overline{A + B})$$

Cuando va a continuación de una puerta lógica AND, se le denomina NAND. También en este caso se puede representar mediante el símbolo AND seguido de NOT; no obstante, se acostumbra a representar por un único símbolo, representado en la Figura 13.50.

Su tabla de verdad es la de la Figura 13.51.

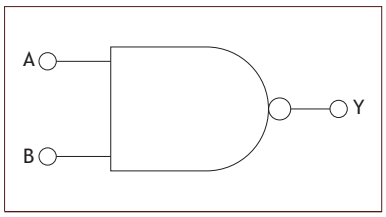
Dicha tabla de verdad anterior, correspondiente a una puerta lógica NAND, según el álgebra de Boole, se expresa por:

$$Y = (\overline{A \cdot B})$$

Existen casos en los que la negación aparece a la entrada de la puerta lógica. En estos casos, pondremos igualmente el circulito a la entrada correspondiente de la puerta lógica de que se trata (Figura 13.52).

Entrada		Salida
A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

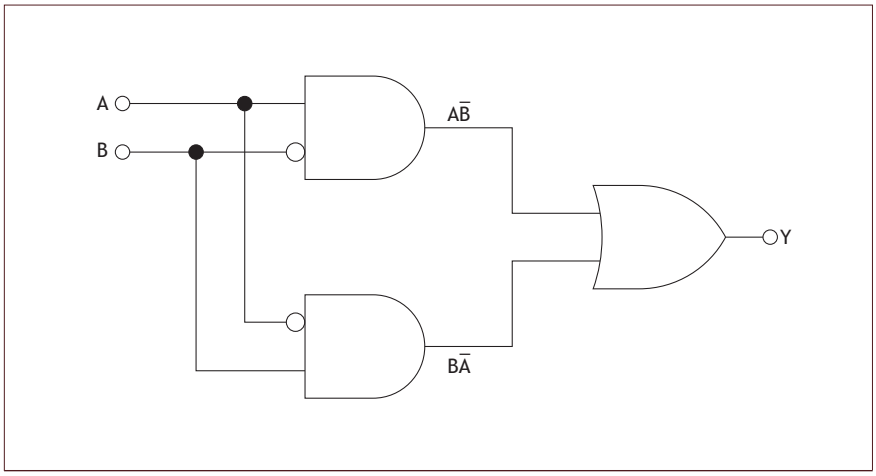
13.49. Tabla de verdad de la puerta lógica NOR.



13.50. Símbolo de la puerta lógica NAND.

Entrada		Salida
A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

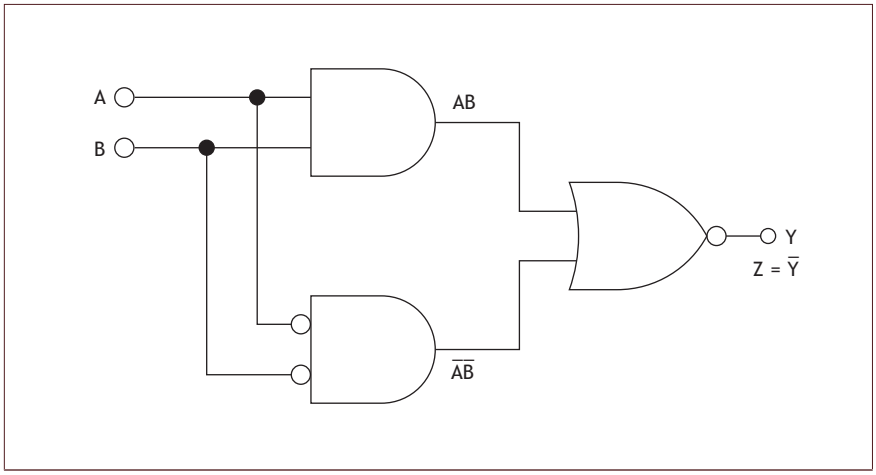
13.51. Tabla de verdad de la puerta lógica NAND.



13.52. Negación en una entrada de una puerta lógica.

5.5 > Diagramas de bloques

Cuando en un mismo circuito aparece más de una puerta lógica, al conjunto se le denomina diagramas de bloques (Figura 13.53).



13.53. Circuito con tres puertas lógicas.

La expresión de Boole para este diagrama de bloques será:

$$Y = \overline{(A \cdot B + \overline{B} \cdot \overline{A})}$$

Actividades propuestas

21·· Representa los valores de tensión que tendrá una puerta lógica NOR con dos entradas.

22·· Realiza la tabla de la verdad de tres entradas para una puerta OR y para una puerta NAND.

23·· Representa los valores de tensión correspondientes a los resultados obtenidos en la actividad 23.

24·· Representa el símbolo de una puerta lógica OR exclusiva de tres entradas con una negación en una de ellas.

Actividades finales

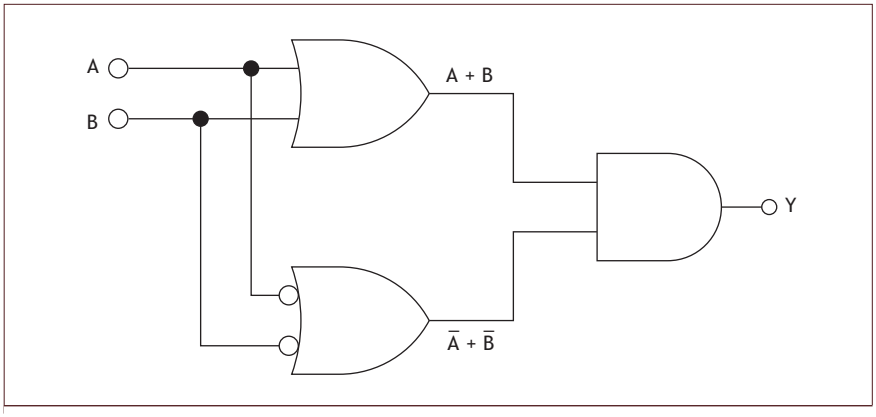
1·· La siguiente tabla de verdad corresponde a la situación en la que la inyección deberá ser cortada en determinados momentos. Para ello:

- Entrada A: hemos dado el valor 0 a la posición del pedal del acelerador cuando está accionado y la posición 1 cuando este pedal está en la posición de reposo.
- Entrada B: hemos dado el valor 0 cuando las rpm del motor se mantienen constantes y el valor 1 cuando las rpm del motor aumentan.
- Salida Y: hemos dado el valor 0 cuando la inyección se está realizando y el valor 1 cuando se produce un corte en la misma.

Entrada		Salida
A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

a) ¿A qué puerta lógica corresponde la tabla anterior?
b) ¿A qué situación real corresponden las entradas 0 y 0?
c) ¿A qué situación real corresponden las entradas 0 y 1?
d) ¿A qué situación real corresponden las entradas 1 y 0?
e) ¿A qué situación real corresponden las entradas 1 y 1?

2·· Determina las expresiones de Boole para los diagramas de bloques de la Figura 13.54.



13.54. Diagramas de bloques.

3·· A una puerta lógica de dos entradas le llegan los valores siguientes:

- Entrada A: 011101100010.
- Entrada B: 111011000100.

a) Representa los valores de tensión que corresponden a la entrada A.
b) Representa los valores de tensión que corresponden a la entrada B.
c) Representa los valores de tensión que corresponden a la salida de una puerta lógica OR.
d) Indica los valores a la salida de la puerta lógica OR en código binario.
e) Representa los valores de tensión que corresponden a la salida de una puerta lógica AND.
f) Indica los valores a la salida de la puerta lógica AND en código binario.
g) Representa los valores de tensión que corresponden a la salida de una puerta lógica NOR.
h) Indica los valores a la salida de la puerta lógica NOR en código binario.
i) Representa los valores de tensión que corresponden a la salida de una puerta lógica NAND.
j) Indica los valores a la salida de la puerta lógica NAND en código binario.
k) Representa los valores de tensión que corresponden a la salida de una puerta lógica OR EXCLUSIVA.
l) Indica los valores a la salida de la puerta lógica OR EXCLUSIVA en código binario.

Caso final

La luz del habitáculo

•• En un automóvil de dos puertas para pasajeros y portón trasero, se enciende la luz interior cuando un pasajero abre una puerta, abre el portón trasero o pulsa el interruptor que a tal fin dispone el automóvil en su interior.

Queremos conocer:

a) La tabla de verdad.
b) La función o funciones lógicas asociadas a este caso.

Solución ••

a) Para confeccionar la tabla de verdad deberemos empezar por identificar las entradas que en ella deberán aparecer.

En este caso, el número de entradas es 4, correspondintes a los 4 interruptores (2 para las puertas, 1 para el portón trasero y 1 para el interruptor interior).

A cada entrada asociaremos el valor **0** cuando el interruptor permanezca abierto y el valor **1** cuando se encuentre cerrado.

A la salida, asociaremos el valor **1** cuando la luz interior esté activada y el valor **0** cuando la luz interior esté apagada.

Con estos valores ya podemos confeccionar la tabla de verdad:

Entrada			Salida	
Interruptor puerta del conductor	Interruptor puerta del acompañante	Interruptor del portón	Interruptor interior	Luz interior encendida
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

La luz permanecerá encendida cuándo haya un solo interruptor accionado independientemente de la posición en que se encuentren el resto de interruptores.

b) La puerta lógica asociada a este caso es la puerta lógica **OR.**

Ideas clave

COMUNICACIÓN ENTRE LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS DEL VEHÍCULO

Conductores de unión

Son los encargados de llevar la electricidad de un punto a otro

Conectores

Son los elementos encargados de realizar la unión entre conductores

- Entre mazos.
- Borne de batería.
- Faston.
- Regletas.
- Cable con cable.

Sistemas de redes CAN-Bus

Son dos hilos conductores entrelazados por donde circula información desde una UCE al resto de las UCE

Controlador

Es el elemento encargado de convertir un valor decimal en valor binario (0, 1)

Puertas lógicas

Son los elementos que reciben uno o varios valores de tensión, procesan la información recibida y mandan una nueva señal que será 0 o 1.

- OR
- AND
- NOT. NOR, NAND
- OR EXCLUSIVA

Transceptor

Es el elemento encargado de transformar valores binarios en valores de tensión (0 V, 5 V)

EL CÓDIGO **ASCII**

El código ASCII *(American Standard Code for Information Interchange,* Código Americano Estándar para el Intercambio de Información) relaciona el conjunto de caracteres que utilizan los ordenadores para escribir símbolos, letras y números con valores numéricos expresados en base decimal y en base binaria según nos muestra la siguiente tabla, en la que solo aparecen representados los caracteres especiales:

Símbolo	Decimal	Binario
Ç	128	10000000
ü	129	10000001
é	130	10000010
â	131	10000011
ä	132	10000100
à	133	10000101
å	134	10000110
ç	135	10000111
ê	136	10001000
ë	137	10001001
è	138	10001010
ï	139	10001011
î	140	10001100
ì	141	10001101
Ä	142	10001110
Å	143	10001111
É	144	10010000
æ	145	10010001

Símbolo	Decimal	Binario
Æ	146	10010010
ô	147	10010011
ö	148	10010100
ò	149	10010101
û	150	10010110
ù	151	10010111
ÿ	152	10011000
Ö	153	10011001
Ü	154	10011010
¢	155	10011011
£	156	10011100
¥	157	10011101
P_t	158	10011110
ƒ	159	10011111
á	160	10100000
í	161	10100001
ó	162	10100010
ú	163	10100011

Símbolo	Decimal	Binario
ñ	164	10100100
Ñ	165	10100101
ª	166	10100110
º	167	10100111
¿	168	10101000
¬	170	10101010
½	171	10101011
¼	172	10101100
¡	173	10101101
«	174	10101110
»	175	10101111
ß	225	11100001
µ	230	11100110
ø	237	11101101
±	241	11110001
÷	246	11110110
°	248	11111000
·	249	11111001
.	250	11111010
²	253	11111101

Cada vez que presionamos una tecla, el ordenador detecta sobre qué tecla hemos actuado, pasa este valor a código binario, selecciona a través del código ASCII el carácter que corresponde a esta numeración y lo escribe.

Algunas veces necesitamos escribir un símbolo que no aparece en nuestro teclado (nos encontraríamos en esta situación si quisiéramos escribir desde el extranjero una palabra que tuviera la letra **"ñ/N")** en este caso, podríamos escribir este símbolo presionando la tecla "Alt" junto con el valor decimal **"164/165"** que nos facilita la tabla anterior en el teclado numérico del ordenador.

Existen algunos teclados en los que no hay un teclado numérico explícito, aunque sí aparece junto con otros carecteres y puede utilizarse manteniendo apretada la tecla de función. En este caso, teclearemos simultáneamente Alt y la tecla de función; a continuación, sin soltar ninguna de las anteriores, el número correspondiente al carácter que queremos escribir según nos indica el código ASCII.

unidad 14

Riesgo, prevención, protección y primeros auxilios

SUMARIO

- Medidas de seguridad y de protección en los talleres de automóviles
- Riesgo, prevención y protección al manipular el circuito de carga
- Primeros auxilios

OBJETIVOS

- Conocer los riesgos que conlleva el trabajo en talleres de reparación de vehículos y al manipular su circuito de carga.
- Utilizar correctamente las medidas de prevención y de protección frente a un riesgo.
- Saber reaccionar correctamente y con celeridad cuando estemos cerca de una persona accidentada.

1 >> Medidas preventivas de seguridad y de protección en los talleres de automóviles

Los talleres de reparación de automóviles son locales con riesgo de accidentes, incendios y explosiones, por lo que debes conocer las posibles causas de este tipo de incidentes. De esta manera, comprenderás las medidas de prevención y protección para poder evitarlos.

A continuación, vamos a definir riesgo, prevención y protección en el taller de electromecánica de vehículos:

- **Riesgo:** posibilidad de que un operario sufra un daño cuando se encuentra desarrollando su actividad profesional.
- **Prevención:** son las medidas que debe adoptar el empresario para evitar riesgos.
- **Protección de las instalaciones, de las máquinas y personal:** son todos aquellos dispositivos que impiden que, en caso de avería de la instalación o de la máquina, el operario se accidente.

Las siguientes medidas preventivas y de protección son de obligatorio cumplimiento para evitar accidentes en los talleres de automóviles:

- Mantener el orden y la limpieza en todo el recinto.
- Disponer de una buena ventilación general.
- Seguir las normas establecidas sobre:
  - Manipulación de cargas y pesos.
  - Instalaciones y equipos eléctricos.
  - Instalaciones de aire comprimido.
- Utilizar correctamente las herramientas y máquinas portátiles.
- Señalizar los puestos de trabajo.
- Utilizar adecuadamente los EPI (equipos de protección individual).

En el circuito de carga y arranque de un automóvil intervienen la batería, el alternador y el motor de arranque. Debemos conocer la peligrosidad de todos ellos y la de los útiles necesarios para su reparación. Así, si no podemos eliminar el riesgo, al menos contribuiremos a disminuirlo.

1.1 > Mantener el orden y la limpieza en el taller

Para evitar accidentes de los operarios y desperfectos en las herramientas o en los equipos de trabajo, conviene seguir una serie de pautas en el trabajo diario de los talleres:

- Cada operario será responsable de mantener limpio y en perfecto estado su equipo de protección personal (EPI) y su ropa de trabajo.
- No se llevará ropa holgada, ni objetos colgantes, ni pelo largo suelto, ya que originaría riesgo de ser atrapado por máquinas en movimiento.
- Se evitarán las cremalleras metálicas en la ropa de trabajo.
- Se guardarán en el lugar correspondiente las herramientas y los equipos utilizados al finalizar cada tarea.
- Se asignará un lugar concreto para cada útil; de esta manera, se facilitará la localización de las herramientas y de los equipos. Las herramientas que se utilicen con mayor frecuencia serán las que estarán situadas en los lugares que tengan un acceso más fácil.

Para asignar un lugar concreto a un útil, se puede disponer de muebles con persiana, en el interior de los cuales se encontrará representada la silueta de la herramienta correspondiente. Este es un método visual sencillo para comprobar que todas las herramientas ocupan su lugar al finalizar la jornada. También se pueden utilizar carros porta-herramientas y armarios en los que cada útil ocupe una posición concreta (Figura 14.1).

14.1. Posición concreta para las herramientas.

– Se emplearán cajas porta-herramientas cuando no utilicemos carros para acercar las herramientas mientras se está realizando una tarea. De esta manera, evitaremos que las herramientas queden diseminadas por el suelo en la zona de trabajo (Figura 14.2).

14.2. Caja porta-herramientas.

– Se dejará el lugar de paso libre de objetos y herramientas. Para ello, se delimitarán las zonas destinadas a trabajo mediante bandas blancas o amarillas pintadas en el suelo para separarlas de las zonas de paso (Figura 14.3).

14.3. Señalización de las zonas de paso.

- Se evitará el derrame de líquidos y, en caso de producirse, se recogerán inmediatamente.
- Se recogerán al instante las virutas que hayan podido caer.
- Se mantendrán siempre limpias las entradas de luz natural, ya se trate de ventanas o de claraboyas.
- No se utilizarán las zonas de paso para almacenar materiales.
- Se dejará libre el acceso a los extintores de incendios para poder alcanzarlos fácilmente en caso necesario.
- Se mantendrá despejada la zona cercana a las máquinas e instalaciones para evitar caídas accidentales de los operarios sobre las máquinas.
- Se utilizarán detergentes para realizar la limpieza o desengrasado del suelo, evitando el uso de productos de limpieza que comporten algún peligro tales como disolventes o productos corrosivos.
- Se prestará atención en todo momento a la señalización de seguridad que indica los riesgos de las distintas áreas.
- Se colocarán, sujetos verticalmente, aquellos recipientes que contengan gases, evitando cambios notables de temperatura. En el caso en que un recipiente de gas se deteriore exteriormente, será sustituido inmediatamente por uno nuevo.
- Se deberá clasificar el material de desecho en función de su composición y de peligros que comporte antes de finalizar la jornada laboral. Así por ejemplo, si se trata de residuos inflamables, se deberán colocar en bidones metálicos con tapa.

Al finalizar la jornada, el lugar de trabajo deberá quedar limpio y ordenado.

1.2 > Condiciones ambientales que debe reunir un taller

Debido a los trabajos propios de un taller de reparación de vehículos y a pesar de tener equipos especiales de ventilación forzada para ciertas tareas, será necesario disponer en el taller de un sistema de ventilación que nos asegure la renovación permanente del aire.

La tabla 14.4 indica los valores límite que deben respetarse en el interior de los mismos:

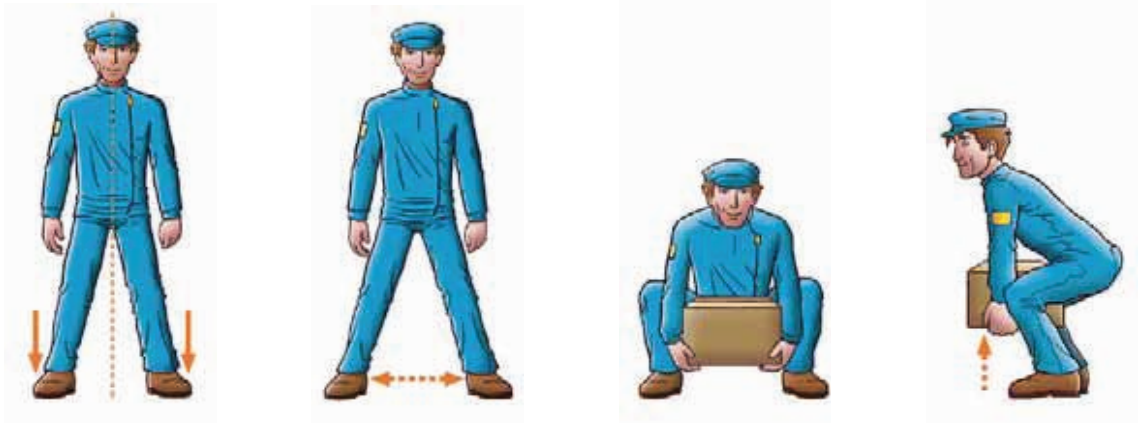
Ventilación	Valores de referencia
Velocidad del aire en talleres con ventilación natural.	Entre 0,25 m/s y 0,50 m/s.
Velocidad del aire en talleres con aire acondicionado.	Entre 0,25 m/s y 0,35 m/s.
Renovación del aire.	50 m^2 por operario y hora.

14.4. Tabla de valores de referencia de ventilación de los talleres.

1.3 > Normas sobre la manipulación de cargas y pesos

Se deben seguir las siguientes indicaciones al manipular cargas a fin de evitar caídas y problemas de columna u otras partes del cuerpo:

- Dejar libre de obstáculos el camino por donde deberemos circular con la carga.
- Seleccionar bien el lugar por donde vamos a sujetar la carga para evitar accidentes con aristas afiladas o cualquier otro elemento punzante.
- Acercar al máximo la carga a nuestro cuerpo y doblar las rodillas.
- Separar los pies unos 50 cm y colocar el cuerpo perfectamente simétrico delante de la carga.
- Mantener la espalda derecha y levantar despacio la carga sujetándola firmemente.
- No girar el tronco mientras se está levantando la carga.
- Mantener la carga siempre que sea posible a la altura de las caderas y hacer con ella el mínimo recorrido posible.
- Desplazar entre dos personas los objetos de gran volumen o con un peso superior a los 30 kg.
- Utilizar ayudas mecánicas siempre que la situación lo permita.



14.5. Modo correcto de levantar una carga.

1.4 > Normas sobre instalaciones y equipos eléctricos

La instalación eléctrica de los talleres de reparación de vehículos, así como los lugares destinados a carga, descarga y almacenamiento de baterías debe ser especial, por lo que deberán estar realizadas por un instalador autorizado.

Todos conocemos la peligrosidad de las instalaciones y los equipos eléctricos, razón por la cual es conveniente seguir fielmente las observaciones sobre las instalaciones y los equipos eléctricos de los talleres.

Dichas observaciones son las expuestas a continuación:

- Deberemos asegurar la perfecta puesta a tierra de la instalación eléctrica.
- Regularmente se comprobará que el interruptor diferencial se encuentra en perfectas condiciones. Para ello, presionaremos sobre el botón que lleva para tal fin y comprobaremos que se produce la desconexión.
- Comprobaremos regularmente que las conexiones eléctricas de la instalación se encuentran en perfecto estado.
- Nunca se deberá manipular una instalación, un equipo o una máquina eléctrica con las manos mojadas en ambientes húmedos.
- Procederemos a desenchufar un componente eléctrico tirando siempre del enchufe, nunca directamente del cable conductor (Figura 14.6 y Figura 14.7).
- No desmontaremos los aislamientos eléctricos protectores de los equipos o las máquinas eléctricas.
- Evitaremos en todo momento la utilización de bases múltiples o bases con alargadores (Figura 14.8).

14.6. Forma correcta de desconectar un componente eléctrico.

14.7. Forma incorrecta de desconectar un componente eléctrico.

14.8. Base múltiple con alargador.

Si un equipo o una máquina eléctrica se avería, quedará automáticamente fuera de servicio, notificaremos dicha anomalía al personal cualificado y será este el que se encargue de su reparación.

– Al comprar un equipo o máquina eléctrica, deberemos fijarnos en que:
  - Disponga de manual de instrucciones en un idioma conocido por el usuario.
  - Lleve indicado el símbolo CE.
– Si se funde el fusible del equipo o de la máquina eléctrica, antes de proceder a su sustitución, lo desconectaremos de la red. El nuevo fusible deberá tener forzosamente el mismo amperaje que el fusible original. Bajo ningún concepto sustituiremos el fusible por otro de amperaje superior ni lo puentearemos con un hilo conductor conectado entre sus extremos.

1.5 > Normas sobre instalaciones de aire comprimido

En los talleres se deberá disponer de una instalación de aire comprimido para realizar una serie de operaciones.

El elemento encargado de comprimir el aire es el compresor y será la instalación de aire comprimido la que permitirá la llegada de este aire a los diferentes espacios para su utilización. En la Figura 14.9 se puede observar cómo es una instalación de aire comprimido en un taller.

Los problemas que puede comportar una instalación de aire comprimido pueden deberse al compresor, a la instalación o al mal uso del aire comprimido:

– En cuanto al compresor, los problemas que puede ocasionar en el taller son:
  - El ruido que genera.
  - La posibilidad de explosión si no se realiza una supervisión periódica de los elementos de seguridad (válvula de seguridad, manómetro, parada de emergencia, etc.).

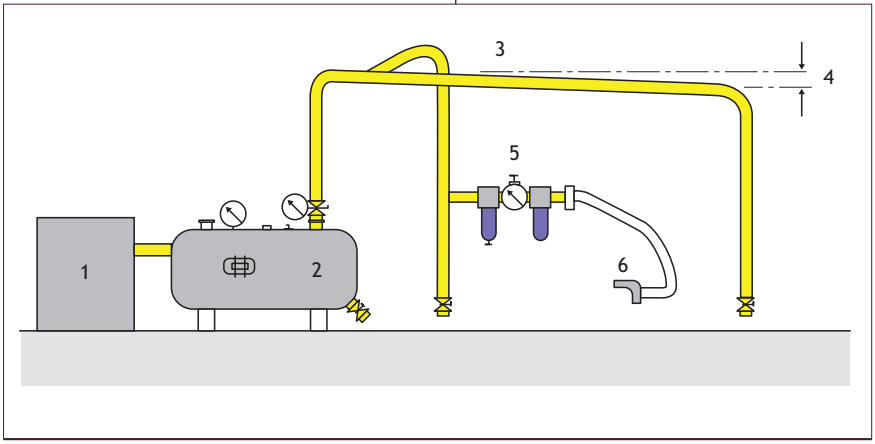
- Deberá estar homologado y pasar las inspecciones necesarias que aseguren su buen funcionamiento.

– En cuanto a la instalación, los problemas que puede dar son:
  - Las boquillas deberán tener una presión inferior a los 2,5 bar.
  - Las mangueras o tubos flexibles deberán estar en perfecto estado, sin que tengan contacto con cantos vivos.
  - No se desmontará nunca un equipo si antes no se ha anulado la presión del aire.

En ningún caso se deberá utilizar el aire comprimido para:

– Quitar el polvo de cualquier superficie o componente.
– Eliminar el polvo de la ropa o del calzado, puesto que ello podría ocasionar que penetrara en el cuerpo ya sea a través de una herida o directamente por un conducto.

No situar nunca la mano, aunque esté protegida por guantes, u otro órgano sensible de nuestro cuerpo delante del aire comprimido.



14.9. Instalación de aire comprimido en un taller.

Actividades propuestas

1·· ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas y cuáles son falsas?

a) Las áreas de trabajo estarán señalizadas y el operario conocerá en todo momento qué EPI debe utilizar.

b) La ropa de trabajo no será holgada ni tendrá cremalleras metálicas.

c) Para la limpieza del suelo se utilizarán disolventes. De esta manera, nos aseguraremos de que cualquier producto resbaladizo o inflamable que se nos haya podido caer a lo largo de la jornada laboral sea eliminado del suelo.

d) Para acercar las herramientas a la zona en la que vamos a trabajar, utilizaremos carros portaherramientas o cajas portaherramientas.

2·· ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas y cuáles son falsas?

a) Levantaremos un peso manteniendo siempre los pies juntos para mejorar nuestro equilibrio.

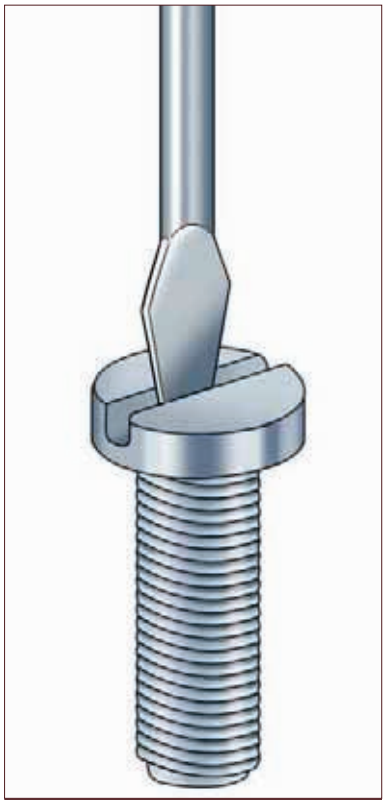
b) Cuando debamos levantar un peso, flexionaremos las rodillas hasta colocarnos a su nivel.

c) Para desconectar de la corriente un aparato eléctrico, tiraremos del hilo conductor para mantener la mano lo más lejos posible de la toma de corriente.

d) Al comprar un equipo o máquina eléctrica, deberemos fijarnos en que:

- Disponga de manual de instrucciones en un idioma conocido por el usuario.
- Lleve indicado el símbolo CE.

e) Si un fusible se funde más de dos veces en un corto período de tiempo, lo sustituiremos por otro que tenga un amperaje inmediatamente superior.



14.10. Destornillador usado indebidamente.

1.6 > Utilización correcta de las herramientas y máquinas portátiles

En cuanto a la correcta utilización de herramientas y máquinas portátiles:

- Siempre deberemos asegurarnos de que se encuentran en perfectas condiciones de uso.
- Verificaremos que se encuentran limpias para evitar, por ejemplo, que estén resbaladizas por culpa del aceite, con lo que podrían salir disparadas de nuestras manos.
- Las utilizaremos únicamente para aquello para lo que fueron diseñadas.
- Escogeremos la medida y características adecuadas para nuestro trabajo. Así, por ejemplo, si se trata de un destornillador plano, deberemos asegurarnos de que su extremo sea exactamente de la anchura y longitud de la ranura y, si se van a realizar con él trabajos de electricidad, su mango deberá estar aislado (Figura 14.10).
- Nunca alargaremos el mango para aumentar el par (Figura 14.11).

14.11. Aumento del par.

- Nunca sujetaremos con la mano la pieza sobre la que estamos trabajando, ya que la herramienta podría ocasionarnos accidentes si se escapara.
- Transportaremos las herramientas de forma segura. Por ejemplo, en el caso de un destornillador, debe portarse de forma paralela al eje del operario, nunca perpendicularmente a él, y, en su caso, en el interior de cajas de herramientas (Figura 14.12).
- Cuando hayamos acabado de utilizar las herramientas, las colocaremos en su ubicación habitual.

14.12. Desplazamiento seguro de una herramienta.

Además, en el caso de máquinas portátiles, deberemos tener cuidado con la fuente de alimentación de donde reciben la energía para su uso.

Estas máquinas pueden ser accionadas eléctrica o neumáticamente.

Máquinas manuales accionadas mediante electricidad

En el caso de máquinas accionadas eléctricamente, además de lo explicado en el apartado sobre instalaciones eléctricas, deberemos:

- Comprobar que las conexiones eléctricas de la máquina se encuentran en perfecto estado.
- Revisar que las aberturas de ventilación de las máquinas están limpias y que el aire puede circular libremente (Figura 14.13).

14.13. Aberturas de ventilación.

- Revisar periódicamente el buen estado del cable de unión de la máquina con la instalación. Deberemos evitar siempre las reparaciones provisionales y, en caso de que el cable esté dañado, lo sustituiremos íntegramente.
- Desconectaremos inmediatamente la máquina en el momento en que notemos el más mínimo paso de la electricidad a través de nuestro cuerpo.
- Para cambiar de herramienta, se deberá desconectar previamente la máquina.
- Las herramientas se deben utilizar siguiendo las normas del fabricante.
- La utilización de máquinas accionadas eléctricamente origina un gran nivel sonoro, por lo que es aconsejable utilizar protectores auditivos.
- Evitar que la máquina se humedezca o se moje, salvo que se trate de una máquina especial para trabajar en ambientes húmedos.

Máquinas manuales accionadas mediante aire comprimido

En la utilización de máquinas accionadas neumáticamente, deberemos tener presente lo explicado en el apartado acerca de instalaciones de aire comprimido, ya que en sí estas máquinas no presentan ningún riesgo, pudiéndose incluso trabajar en ambientes mojados o húmedos.

14.14. Tubo flexible de una instalación de aire comprimido doblado.

No obstante, deberemos saber que, antes de la conexión de una máquina a la instalación, deberemos:

– Purgar las conducciones de aire.
– Evitar que la manguera o tubo flexible esté doblado dificultando la circulación del aire por su interior (Figura 14.14).

Después de utilizar una máquina, deberemos:

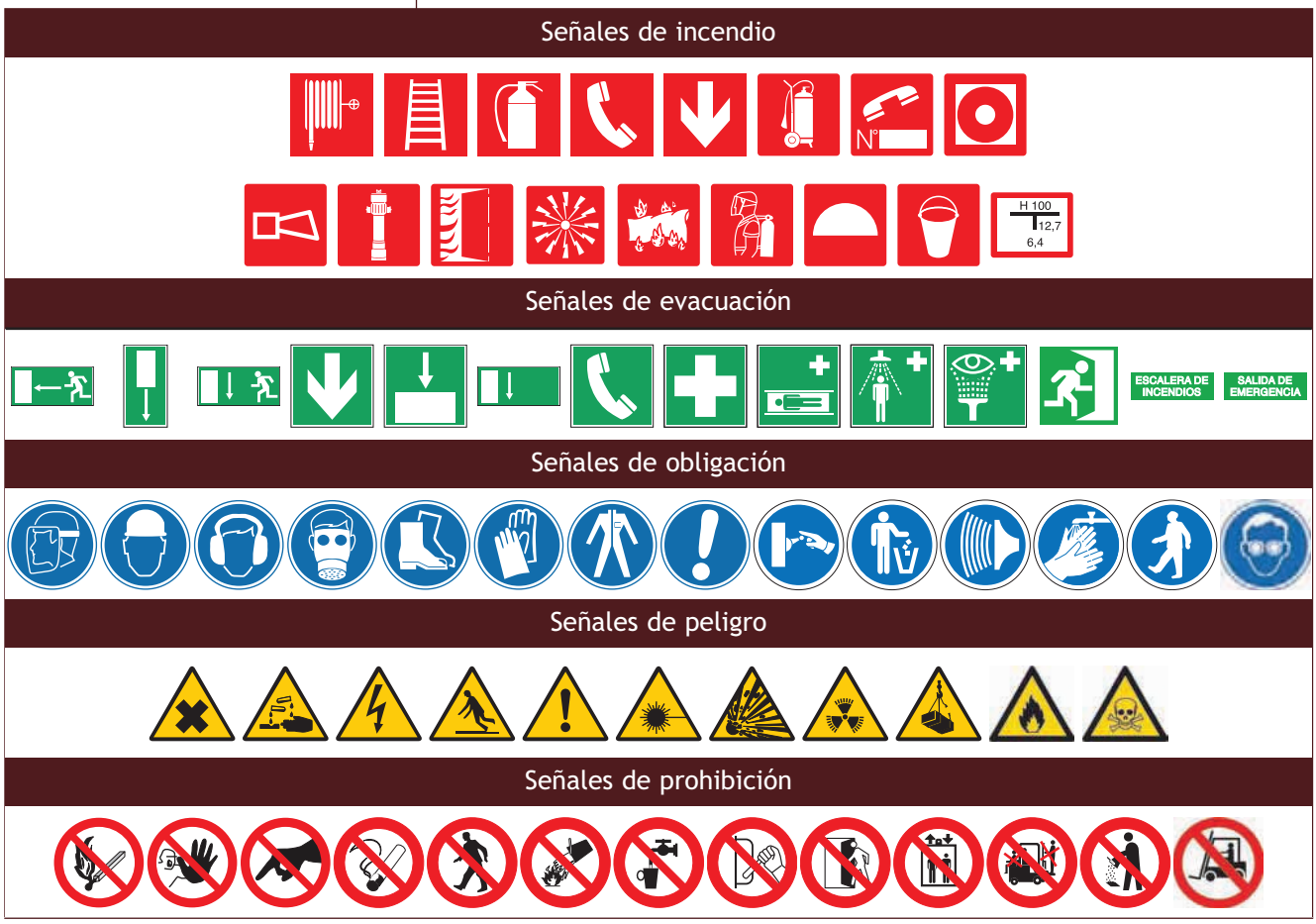
– Cerrar la válvula de la máquina que permite la alimentación del aire a presión.
– Desconectar la máquina de la instalación de aire comprimido.

1.7 > Señalización de los lugares de trabajo

La señalización de los lugares de trabajo se realiza mediante pictogramas que deberán estar situados en lugares en los que se puedan distinguir claramente.

Los pictogramas pueden ser circulares, triangulares, cuadrados o rectangulares, y en su centro aparece representada una imagen que describe una situación.

Los pictogramas utilizados actualmente en la señalización son los que aparecen en la Figura 14.15.



14.15. Pictogramas.

Tipos de pictogramas

Los pictogramas se clasifican según su forma exterior y su color.

	Forma	Color
Incendios y emergencias	Cuadrada o rectangular	Imagen blanca sobre fondo rojo.
Evacuación	Cuadrada o rectangular	Imagen blanca sobre fondo verde.
Obligación	Circular	Imagen blanca sobre fondo azul.
Peligro	Triangular	Imagen y bordes negros sobre fondo amarillo.
Prohibición	Circular	Imagen negra sobre fondo blanco con rayas y bordes rojos.

1.8 > Utilización adecuada de los EPI (equipo de protección individual)

La utilización de los equipos de protección individual será obligatoria y vendrá señalizada por los pictogramas obligatorios que deberán figurar en cada una de las zonas de trabajo.

Los pictogramas que hacen referencia a los EPI son aquellos que tienen forma circular y cuya imagen está representada en color blanco sobre fondo azul (Figura 14.15), es decir, forman parte de los pictogramas de obligación.

Actividades propuestas

3·· ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas y cuáles son falsas?

a) Para evitar pérdidas de tiempo, sujetaremos el componente con una mano mientras trabajamos con la otra para no tener que desplazarnos hasta el lugar en el que se encuentra el tornillo de banco.
b) Para realizar el cambio de una herramienta en una máquina eléctrica, desconectaremos previamente la máquina de la instalación eléctrica.
c) Cualquier máquina que utilice electricidad puede funcionar en ambientes húmedos o mojados mientras que las máquinas que emplean aire comprimido no se pueden utilizar en estos ambientes.

4·· En los pictogramas de la Figura 14.16, identifica los correspondientes a indicaciones de:

a) Prohibición. b) Obligación. c) Peligro. d) Socorro. e) Incendios y emergencia.

14.16. Pictogramas.

2 >> Riesgo, prevención y protección al manipular el circuito de carga y de arranque del automóvil

A continuación, vamos a estudiar cuáles son las medidas necesarias para manipular o reparar la batería, el alternador, el motor de arranque y la dinamo.

2.1 > La batería

La batería es el componente del circuito de carga que puede ocasionar un mayor número de accidentes, además de incendios y, como no, explosiones. Es, pues, uno de los componentes más peligrosos del automóvil, por lo que requiere la máxima precaución en los procesos en que debamos manipularla.

Son varios los problemas que nos puede causar una batería de automóvil debido a:

– Su peso.
– Sus componentes internos.
– El hidrógeno obtenido en sus fases de carga y de descarga.
– Su alta capacidad.

El peso

Según estudiamos en la unidad didáctica 11, la batería está compuesta internamente, entre otros componentes, por **plomo**.

El plomo es el metal más pesado, siendo su peso específico de 11,34 g/cm^3, lo que nos da un peso de la batería que, dependiendo de su capacidad y voltaje, será del orden de 18 kg.

Cuando tengamos que manipular baterías, deberemos tener en cuenta todas las recomendaciones sobre cómo manipular cargas. Al desplazar la batería de un lugar a otro deberemos asegurarnos de que sus vasos se encuentran tapados y, siempre que sea posible, utilizaremos una carretilla.

¿Qué es el peso específico?

El peso específico del cobre es 8,9 g/cm^3 y el del aluminio es 2,7 g/cm^3 esto significa que 1 cm^3 de cobre (un dado de cobre de 1 cm de lado) pesa 8,9 g mientras que la misma cantidad de aluminio pesa 2,7 g.

Componentes internos

Los componentes internos de la batería que son nocivos para la salud son **el ácido sulfúrico** que forma parte del electrolito y **el plomo** que se encuentra en las placas.

Para evitar los peligros que supone el ácido en una batería deberemos:

– Transportarla sobre una carretilla, con los vasos cerrados, siempre que sea posible no solo debido al peso de la misma, según hemos visto en el apartado anterior, sino también para evitar que el ácido interno se pueda derramar sobre nuestro cuerpo (Figura 14.17).
– Llevar ropa de trabajo sin cremalleras metálicas para evitar fortuitamente poner en contacto el borne negativo con el borne positivo, lo que por efecto *joule* nos acarrearía serias quemaduras; guantes para evitar salpicaduras en las manos; gafas para evitar quemaduras en los ojos, debidas al ácido sulfúrico, y botas de seguridad.

14.17. Transporte de la batería.

– En caso de tener que realizar la mezcla de electrolito con agua y ácido sulfúrico, poner el agua en primer lugar y sobre ella el ácido sulfúrico. De esta manera, evitaremos salpicaduras de ácido por ebullición al entrar este en contacto con el agua y ser esta reacción exotérmica.

En cuanto al plomo:

Se trata de un componente interno de la batería. Puesto que no debemos abrirla nunca, no nos debería ocasionar ningún problema. No obstante, las placas interiores de plomo acaban con el mismo material en los bornes de la batería, por lo que deberemos evitar al máximo tocarlos con las manos ya que podríamos introducirlo en el interior de nuestro organismo (Figura 14.18).

14.18. Bornes de plomo de la batería.

Ácido y agua destilada

Recordar que en la unidad 11 ya hablamos de que cuando se mezclan el ácido y el agua se produce una reacción química exotérmica dando lugar a una gran cantidad de calor que puede proyectarse sobre nosotros en forma de vapor y quemarnos.

Niveles bajos de plomo en las personas pueden causar los siguientes problemas:

- Aumento de la presión arterial con el consiguiente riesgo de sufrir un infarto o un derrame cerebral.
- Insuficiencia renal.
- Dificultad del cerebro para pensar, recordar, aprender, etc.
- Aumento de la posibilidad de tener un aborto o dañar el desarrollo físico o mental del feto.

Por todo lo anterior, deberemos tener siempre la precaución de no comer ni beber si hemos tenido contacto con el plomo sin antes habernos lavado las manos con abundante agua y jabón.

El hidrógeno obtenido en la carga y en la descarga

Como estudiamos en la unidad 11, durante la carga y descarga de la batería se producen distintas reacciones químicas que desprenden hidrógeno y oxígeno.

El hidrógeno y oxígeno, junto con el oxígeno que se encuentra naturalmente en el aire, pueden producir una reacción química de obtención de agua si se les pone en contacto con un punto caliente, ya sea por llama directa o por altas temperaturas. Esta reacción química va acompañada de una explosión.

Como consecuencia de dicha explosión, tanto el plomo del interior de la batería como el ácido sulfúrico del electrolito podrían salir disparados e impactar en cualquier persona que estuviera cerca.

En caso de producirse, con posterioridad a la explosión, se debería limpiar toda la zona salpicada. Para ello, deberíamos utilizar como mínimo guantes y mascarilla, ya que el plomo también entra en el cuerpo a través del aparato respiratorio además del aparato digestivo.

Para evitar riesgos con las baterías:

- Las baterías se deberán almacenar en recintos independientes del taller.
- La carga de las baterías se efectuará fuera del taller en locales perfectamente ventilados en los que se disponga de luz antideflagrante.
- Antes de proceder a la carga de baterías, deberemos abrir los vasos, por lo que habrá que quitar los tapones correspondientes. De esta manera, se evita una sobrepresión interior.
- Nunca se acercará una llama ni se realizarán operaciones de soldadura en el interior de los locales destinados al almacenamiento y carga de baterías.
- Trabajaremos siempre con herramientas aislantes y nunca las depositaremos en su superficie superior.
- Cuando debamos desconectar la batería, el primer borne que desconectaremos será siempre el negativo. Cuando tengamos que conectarla, el borne negativo será el último.
- Cerca del local de carga de baterías, deberá haber instalada una máquina lavaojos y una ducha de emergencia para actuar inmediatamente en caso de ser necesario (Figura 14.19).

Ejemplo de explosión

Un ejemplo sería la explosión debida a un cortocircuito con una llave fija u otra herramienta metálica depositada sobre la batería; en este caso, la llave se pondría al rojo vivo y serviría de punto caliente para, junto con el hidrógeno y el oxígeno, producir la explosión de la misma.

Luz antideflagrante

Una luz antideflagrante será aquella en la que la temperatura a la que trabaje sea inferior a la temperatura que nos proporcionaría un punto caliente y por consiguiente peligro de explosión.

14.19. Máquina lavaojos.

La alta capacidad

A menudo cometemos un error pensando que, al ser la tensión de la batería solo de 12 V, no nos puede dañar.

Es cierto que la tensión es baja, pero no así su capacidad. Lo que significa que, en caso que hagamos un cortocircuito, por ejemplo con nuestras manos mojadas, la intensidad será muy alta y nos provocará por efecto *joule* graves quemaduras.

2.2 > El alternador

En el desmontaje, reparación y montaje de un alternador deberemos tener presentes todas las directrices marcadas en la utilización correcta de herramientas y máquinas portátiles. Además de ello, debemos saber que cada vez es mayor el número de marcas de alternadores que montan inducidos con los extremos de sus bobinas soldados a unos contactos existentes en la placa de diodos. Cuando necesitemos desmontar estos alternadores, deberemos utilizar calor para derretir el material de aportación y, cuando debamos soldarlos nuevamente, lo haremos mediante la fusión del material de aportación debido al paso de la electricidad (efecto *joule*).

Por todo lo anterior, al trabajar sobre un alternador deberemos tomar las siguientes precauciones:

– No desmontar el alternador del vehículo si no hemos parado antes el motor térmico y desconectado el borne negativo de la batería.
– Tener presentes las directrices que nos definen la forma correcta de trabajar con herramientas y máquinas portátiles.

En lo referente al soldador, además de seguir las pautas sobre trabajo con máquinas eléctricas portátiles, deberemos:

– Colocar el soldador siempre que esté caliente en un soporte específico para él, situado de manera que el electrodo del soldador esté lo más lejos posible de la persona que lo está manipulando.

– No se debe guardar el soldador hasta que se encuentre a temperatura ambiente.

En caso en que debamos utilizar la llave de impacto neumática, además de seguir las directrices sobre trabajo con máquinas portátiles neumáticas, deberemos:

– Asegurarnos de que al aplicarle presión girará en la dirección adecuada, ya sea en la dirección para apretar una tuerca ya sea en la dirección para aflojarla.
– Comprobar que el par de apriete sea el adecuado para la tuerca que necesitemos apretar.
– Quitar la presión de la máquina antes de cambiar la herramienta de la misma.
– Utilizar calor local para dilatar la tapa o bien utilizar una prensa cuando debamos separar el conjunto inductor de la tapa.

En caso de utilizar calor local, deberemos:

– Ponernos guantes.
– Asegurarnos de que la máquina esté a temperatura ambiente antes de guardarla.

En caso de utilizar una prensa, deberemos:

– Ponernos guantes.
– Seguir todas las medidas de seguridad que nos indique el fabricante de la prensa.

2.3 > Motor de arranque y dinamo

En el desmontaje, reparación y montaje de un motor de arranque o de una dinamo, deberemos seguir todas las directrices indicadas anteriormente en el apartado del alternador.

Actividades propuestas

5·· ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas y cuáles son falsas?

a) Al desplazar la batería de un lugar a otro, lo haremos con los vasos destapados para que no se cree dentro de ella sobrepresión debido al movimiento del electrolito.
b) Para realizar la mezcla del agua destilada y el ácido sulfúrico para obtener el electrolito, pondremos en primer lugar el ácido sulfúrico y a continuación el agua.
c) La reacción química del hidrógeno y el oxígeno que tiene lugar para la obtención de agua va acompañada de una explosión.
d) La carga de las baterías se efectuará fuera del taller en locales perfectamente ventilados en los que se disponga de luz antideflagrante.
e) Las baterías se deberán almacenar en un rincón del taller y no en las zonas de paso.
f) Nunca se acercará una llama ni se realizarán operaciones de soldadura en el interior de los locales destinados al almacenamiento y carga de baterías.
g) Cerca del local de carga de baterías, es necesario instalar una máquina lavaojos y una ducha de emergencia.
h) Cuando tengamos que desmontar el alternador del vehículo únicamente deberemos parar el motor térmico.
i) El par de apriete de la llave de impacto neumática tiene un valor fijo que no se puede modificar.

3 >> Primeros auxilios

Con la correcta utilización de las medidas de prevención y de protección explicadas en esta unidad conseguiremos disminuir notablemente el número de accidentes laborales.

Aún así, siempre resulta interesante conocer cómo actuar en caso de que se produzcan algunos de estos accidentes laborales ya que una rápida actuación podría disminuir las lesiones de la persona accidentada e incluso salvarle la vida.

Ante un accidente, deberemos en todo momento mantener la calma, transmitiendo tranquilidad al accidentado y actuar siguiendo por orden los tres pasos conocidos como **PAS:**

- **Proteger** al accidentado para que el motivo del accidente no siga causando lesiones.
  Por ejemplo, si el accidente lo ha producido una máquina, deberemos apagarla; si lo han producido gases, eliminaremos el origen de los mismos y ayudaremos a su evacuación.
- **Avisar** del accidente, para lo cual hay que tener siempre en un lugar visible el teléfono de emergencias.
- **Socorrer** al accidentado. En esta parte de la actuación deberemos actuar de distinta forma en función del estado en que se encuentre el accidentado.

3.1 > Socorrer al accidentado

A continuación vamos a conocer cómo se debe actuar en cada uno de los accidentes más significativos, teniendo siempre en cuenta que no deberemos mover ni dar de comer o de beber al accidentado.

Vamos a estudiar las lesiones más comunes que se pueden producir en un taller de reparación de vehículos. Estas son:

- Quemaduras.
- Heridas.
- Intoxicaciones.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Paro cardíaco y paro respiratorio.
- Hemorragias.

Quemaduras

Ante una quemadura, deberemos:

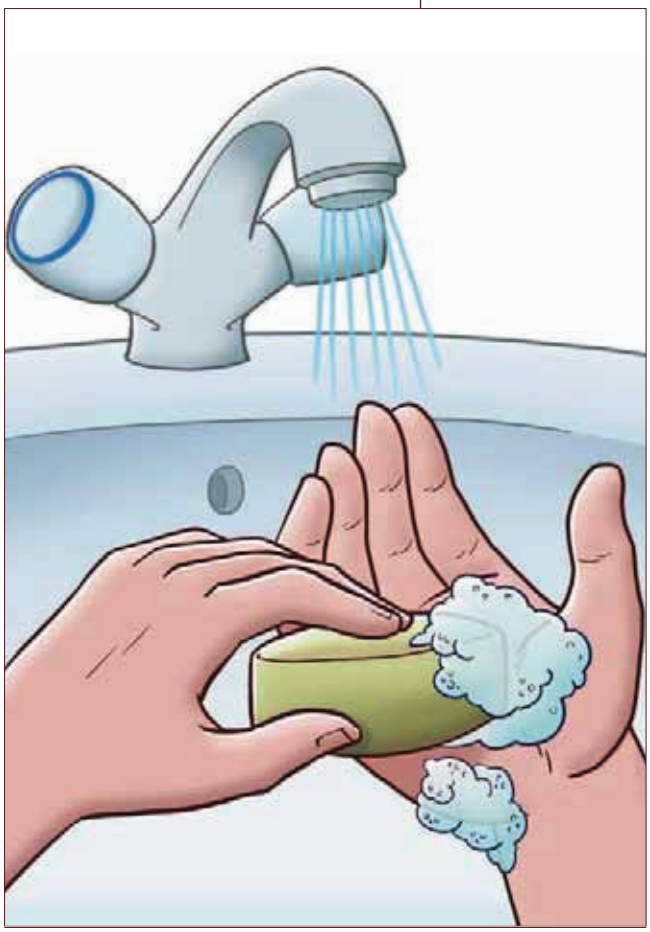
- Separar al accidentado de la causa que le ha producido la quemadura.
- Lavar la zona quemada con agua fría (Figura 14.20).

Despues de estos primeros auxilios, la persona accidentada deberá ser atendida por asistencia sanitaria en cualquier tipo de quemadura.

14.20. Lavar la zona quemada.

Heridas

Ante una herida, deberemos actuar siguiendo el siguiente proceso estrictamente:



14.21. Limpiar la herida con agua y jabón.

- Limpiar la herida con abundante agua y jabón (Figura 14.21).
- Colocar una gasa estéril sobre la herida y un vendaje compresivo.
- No intentar extraer cuerpos extraños de la herida.

Intoxicaciones

La intoxicación que puede producirse en los talleres de automóviles es debida a inhalación de gases que se producen.

En estos casos, deberemos:

- Eliminar la causa de la intoxicación.
- Separar al operario de la zona en la que se ha intoxicado.
- Ventilar la zona en la que se han producido los vapores.

Cuerpos extraños en los ojos

En caso de que se produzca la proyección de partículas en los ojos o se vierta algún tipo de ácido sobre ellos, deberemos actuar inmediatamente del siguiente modo:

- Evitar que el accidentado se frote el ojo.
- Lavar el ojo con un chorro de agua. Si la proyección es de ácido, lavaremos el ojo durante unos 10 minutos.
- Tapar el ojo con una gasa.

Paro cardíaco y paro respiratorio

Cuando se produzca un paro cardíaco y respiratorio, deberemos actuar proporcionando al enfermo un masaje cardíaco, a la vez que le practicamos de forma sincronizada una respiración externa mediante el popular boca a boca.

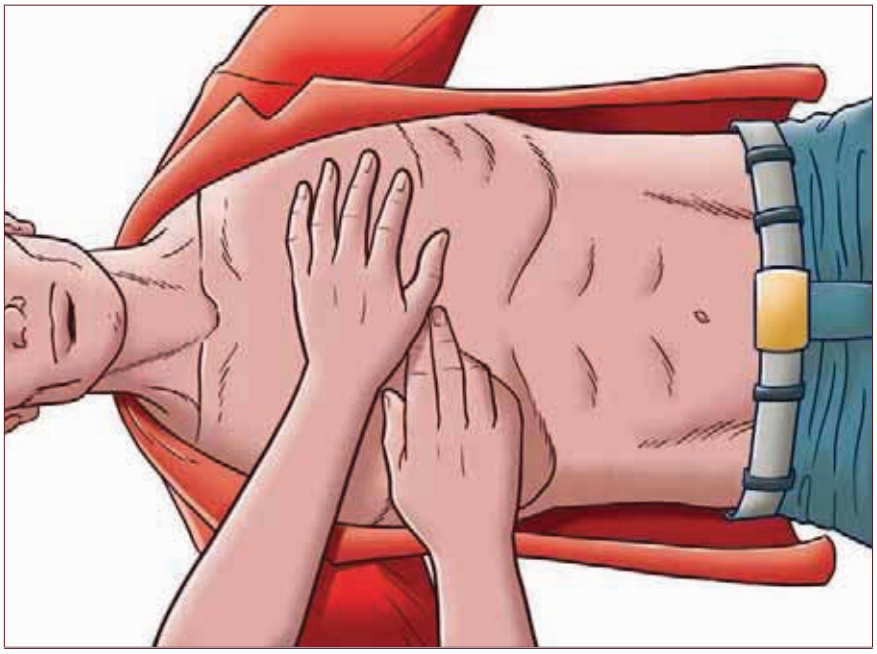
- **Masaje cardíaco.** Para realizar un masaje cardíaco, colocaremos una mano encima de la otra con los dedos entrelazados y los brazos estirados verticalmente sobre el esternón como se puede observar en la Figura 14.22.
  Con las manos y los brazos en esta posición, imprimiremos una gran presión hasta conseguir que el pecho de la persona accidentada se flexione unos cuatro centímetros (Figura 14.23).
  Repetiremos esta operación unas 100 compresiones por minuto.
  Cada 30 compresiones comprobaremos si el accidentado empieza a respirar por sí mismo y, de no ser así, seguiremos realizando la compresión.

El esternón

El esternón es el hueso situado en la parte delantera de nuestro cuerpo que une las costillas del lado izquierdo con las costillas del lado derecho.

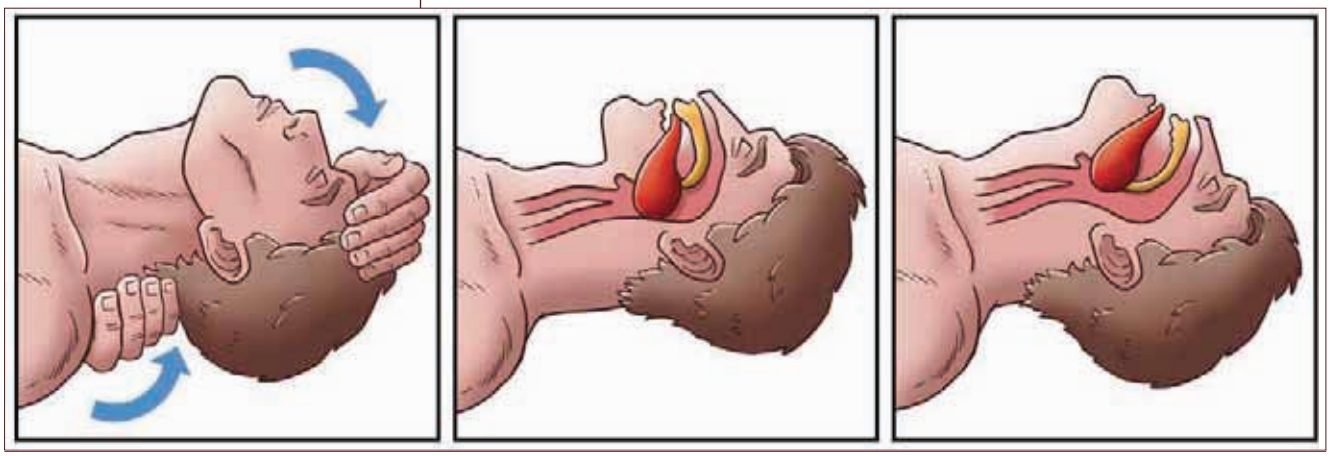
Esta fase del masaje cardiaco es de suma importancia, ya que, de no llegar irrigación al cerebro durante un tiempo, la persona podría llegar a sobrevivir, pero produciéndose lesiones muy graves en el cerebro que le podrían llegar a impedir en un futuro llevar una vida autónoma.

14.22. Brazos estirados sobre el esternón.



14.23. Presionamos con las manos sobre el esternón.

– **Respiración boca a boca.** Consiste en introducir en los pulmones del accidentado aire desde el exterior, ya que su propia respiración no trabaja. Para ello deberemos asegurarnos de que este no tenga las vías respiratorias obstruidas por su propia lengua. Para ello, realizaremos una hiperextensión del cuello como muestra la Figura 14.24.



14.24. Hiperextensión del cuello para evitar obstrucciones.

Para realizar el boca a boca, insuflaremos aire durante un segundo sobre la boca de la persona accidentada, tapándole la nariz para evitar de este modo que el aire que introduzcamos en su boca salga directamente por la nariz sin llegar a entrar en sus pulmones.
Sabremos que estamos realizando correctamente la respiración boca a boca si el pecho del accidentado desciende cuando dejamos de soplar y antes de volver a realizar la siguiente respiración (Figura 14.25).

14.25. Insuflamos aire en los pulmones observando el desplazamiento del pecho.

Hemorragias

Se produce una hemorragia cuando la sangre sale del interior de una vena o de una arteria.

Arterias y venas son conductos que tenemos en nuestro cuerpo por donde circula la sangre.

La diferencia entre ambas es que la arteria lleva la sangre desde el corazón, que la bombea hasta cualquier parte del cuerpo, una vez se ha oxigenado en los pulmones, de ahí que está presente un color rojo brillante. Las venas, por su parte, constituyen los conductos de regreso de la sangre, de color rojo oscuro, desde cualquier parte del cuerpo nuevamente hasta el corazón.

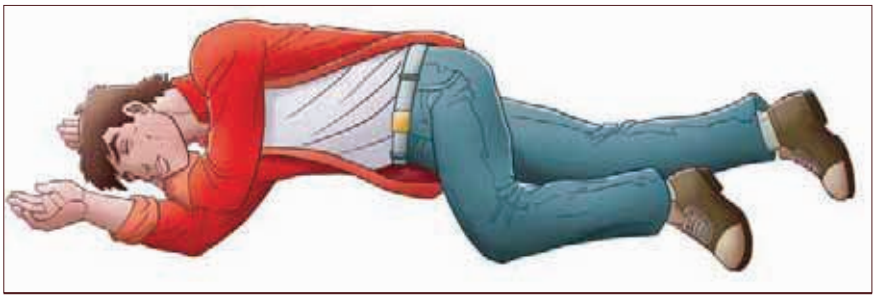
Como el corazón es el encargado de bombear la sangre e impulsarla por las arterias, cuando en ellas se produce una hemorragia, la sangre sale a borbotones impulsada directamente por el corazón y siguiendo sus latidos. Cuando es una vena la causa de la hemorragia, la sangre sale de forma continua y sin impulsos.

Las hemorragias pueden ser internas o externas y su gravedad dependerá del caudal de sangre que salga y del tiempo que se tarde en cortarla.

– **Una hemorragia interna** es la salida de sangre desde una arteria o una vena al interior del cuerpo. La sangre no es visible y, en este caso, no se podrá hacer nada aparte de esperar al servicio de emergencias.
– **Una hemorragia externa** es la salida de la sangre desde una arteria o una vena hacia el exterior del cuerpo. Normalmente se produce en la nariz, en los oídos o en una extremidad.
  - **Hemorragia de nariz.** En el caso en que aparezca una hemorragia de nariz, deberemos (Figura 14.26):
    – Colocar al accidentado sentado.
    – Inclinarle la cabeza hacia delante.
    – Taponarle las fosas nasales presionando con los dedos.
    – Comprobar, pasados unos cinco minutos, si ha cesado la hemorragia.
    – Si no ha cesado la hemorragia, colocar una gasa empapada con agua oxigenada en el interior de los orificios nasales.

14.26. Hemorragia de nariz.

- **Hemorragia en los oídos.** Colocaremos al accidentado en la posición lateral de seguridad, con el oído sangrante dirigido hacia el suelo (Figura 14.27). No intentaremos taponarlo, para que salga la sangre, mientras esperamos a los servicios de emergencia.

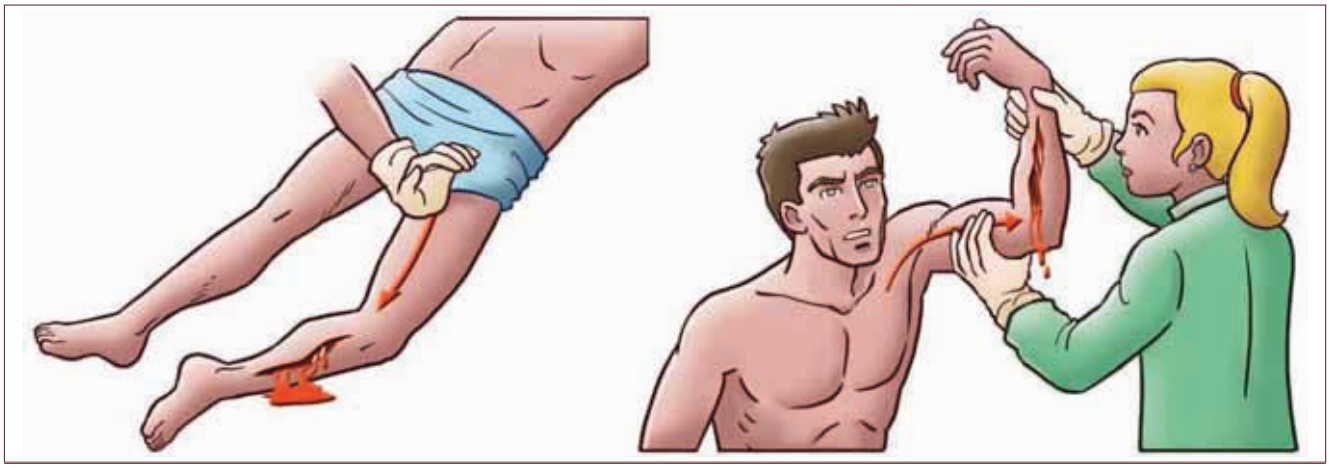


14.27. Hemorragia en los oídos.

- **Hemorragia en una extremidad.** Deberemos intentar detenerla. Para ello, realizaremos por orden las siguientes actuaciones y, en caso de que desaparezca la hemorragia, no seguiremos con el siguiente paso:
  - Pondremos una gasa sobre la herida haciendo presión sobre ella con las manos durante unos cinco minutos (Figura 14.28).
  - Realizaremos un vendaje compresivo sobre la herida.

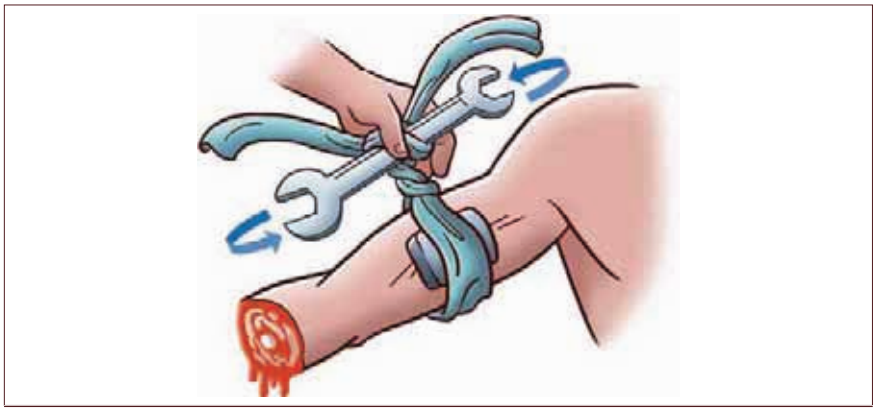
14.28. Presionaremos sobre la arteria.

  - Buscaremos la arteria que lleva la sangre a la extremidad herida y presionaremos fuertemente sobre ella manteniendo el miembro herido a una altura superior a la que se encuentra el corazón. Para encontrar la arteria debemos saber que:
    - En la pierna, la arteria que la alimenta es la femoral y la encontraremos en la ingle, buscando en ella el pulso de la misma manera que lo hemos hecho repetidas veces sobre la parte interior de la muñeca (Figura 14.29).
    - En el brazo, la arteria que lo alimenta es la arteria branquial, que se encuentra en la parte interior del bíceps. También en este caso buscaremos el pulso para localizarla (Figura 14.29).



14.29. Presionaremos sobre el punto en el que se ha producido la hemorragia.

En caso de amputación, para detener la hemorragia realizaremos un torniquete en la parte más cercana posible al cuerpo de la extremidad que tiene la hemorragia (Figura 14.30).



14.30. Aplicación de un torniquete.

Para realizar el torniquete, utilizaremos una tira de tela ancha que anudaremos una vez que hayamos rodeado la extremidad y, con una llave o cualquier otro objeto parecido, iremos dando vueltas a la tira de tela para ir comprimiendo el miembro y conseguir finalmente que se detenga la hemorragia.

Las películas nos ayudan a aprender

En películas de acción por ejemplo en "Salvar al soldado Ryan" pueden salir escenas en la que se realiza un torniquete para salvar a un herido.

Actividades propuestas

6·· ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas y cuáles son falsas?

a) Ante una quemada, lavaremos la zona con alcohol para desinfectarla.
b) Cuando se produzca la entrada de un cuerpo extraño en un ojo, lo frotaremos para intentar que salga por sí mismo.
c) Cuando la hemorragia se produce en una arteria, la sangre sale de manera continuada y sin impulsos.
d) En caso de aparecer una hemorragia en un oído, no lo taponaremos.

Actividades finales

1·· ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas y cuáles son falsas?

a) El componente más peligroso del circuito de carga es el alternador debido al giro de sus bobinas inducidas.
b) Las zonas de paso estarán señalizadas en el suelo del taller con unas bandas que podrán ser verdes o azules.
c) En las zonas de paso podemos, durante un tiempo inferior a dos minutos, colocar un objeto mientras estamos ultimando una reparación.
d) Cuando debamos levantar un peso, lo haremos de manera que se encuentre lo más cerca posible de nuestro cuerpo.
e) En caso de que no podamos desenroscar un tornillo, alargaremos el mango de la llave fija para así aumentar el par.
f) Cuando acabemos de realizar una tarea, empezaremos con la siguiente y no recogeremos las herramientas utilizadas, ya que algunas de ellas las deberemos volver a utilizar y, de este modo, evitaremos pérdidas de tiempo.
g) Utilizaremos protección auditiva cuando debamos trabajar con máquinas eléctricas.
h) Cuando debamos manipular la batería, utilizaremos guantes, gafas y botas de seguridad.
i) Deberemos lavarnos las manos con abundante agua y jabón antes de comer o de beber si hemos tocado el plomo de los bornes de la batería.
j) No será necesario trabajar siempre con herramientas aislantes al manipular la batería. Podremos depositarlas en su superficie superior, ya que el material de que está hecha exteriormente es aislante.
k) Siempre que debamos utilizar un soldador eléctrico, cuando no lo tengamos en la mano lo colocaremos sobre el banco de trabajo con la parte caliente asomando hacia el exterior.
l) En caso de que se produzca un accidente en el que un operario quede afectado, le daremos de beber para que mantenga el nivel de conciencia.
ll) Cuando debamos hacer un masaje cardíaco, presionaremos sobre el esternón suavemente con una mano.
m) Cuando la hemorragia se produce en una vena, la sangre sale impulsada a borbotones.
n) En caso de que se produzca una hemorragia por la nariz, inicialmente deberemos sentar a la persona, inclinarle la cabeza hacia delante y presionarle las fosas nasales.
o) Solo en casos extremos, como la pérdida de un miembro, realizaremos un torniquete.

2·· ¿A qué corresponden las siglas EPI? ¿Y las siglas PAS?

3·· Identifica, en los siguientes pictogramas, los correspondientes a indicaciones de:

a) Prohibición.
b) Obligación.
c) Peligro.
d) Socorro.
e) Incendios y emergencia.

14.31. Pictogramas.

Caso final

Traumatismo consecuencia de una caída

•• Cierto día, en un taller de reparación de automóviles, un operario se disponía a arreglar la caja de cambios de un automóvil.

El operario empezó por desmontar la caja de cambios del vehículo. A continuación, la colocó sobre un carro para desplazarla desde el automóvil hasta el banco de trabajo y, una vez la caja de cambios se encontró sobre el banco de trabajo, el operario inició la reparación de la misma.

Al cabo de un rato de trabajo con la máxima concentración, el operario se giró para coger un extractor que se encontraba en el interior de una persiana y, sin querer, puso el pie sobre el carro que había utilizado para desplazar la caja de cambios desde el automóvil hasta el banco de trabajo. El carro se desplazó, el operario cayó al suelo y, como consecuencia de la caída, se produjo la rotura de un brazo con el resultado de baja laboral por un período de cuarenta días.

¿Cuál es, según tu opinión, el error que cometió el operario y que le produjo la rotura del brazo?

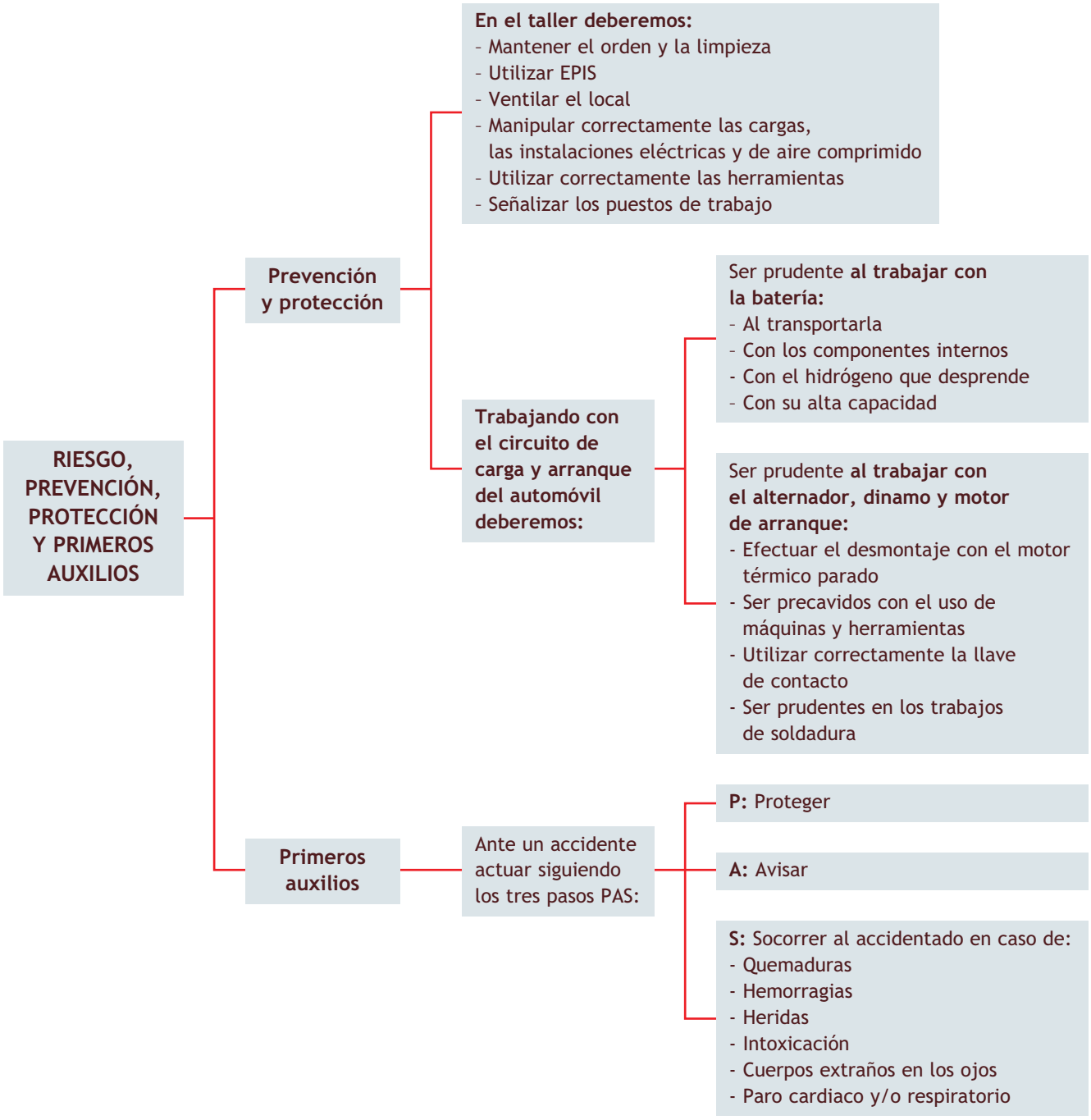
Solución ••

Una de las primeras premisas que hemos estudiado en esta unidad, de suma importancia en un taller de reparación de vehículos, es mantener el orden y la limpieza en todo el recinto.

En este caso, la rotura del brazo del operario se debió a un único error: el operario no devolvió el carro a su lugar en el momento en que dejó de realizar su función, es decir, cuando depositó la caja de cambios encima del banco de trabajo.

Una vez más, vemos que las herramientas y utensilios que usamos para realizar una reparación deben ser devueltos a su ubicación original una vez los acabemos de utilizar. De esta manera, no producirán accidentes y quedarán preparados para la próxima vez que se necesiten.

Ideas clave

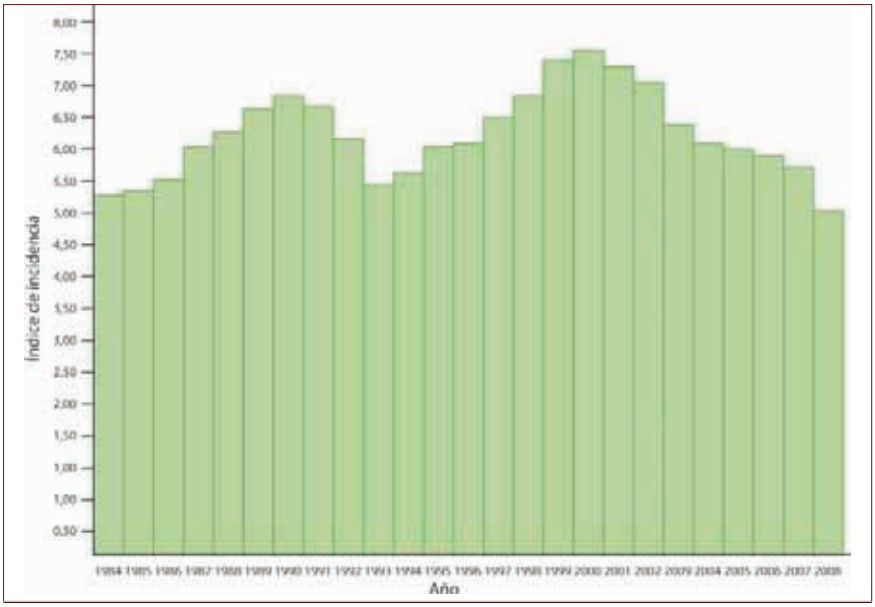

RIESGO, PREVENCIÓN, PROTECCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS
Prevención y protección
En el taller deberemos:
- Mantener el orden y la limpieza
- Utilizar EPIS
- Ventilar el local
- Manipular correctamente las cargas, las instalaciones eléctricas y de aire comprimido
- Utilizar correctamente las herramientas
- Señalizar los puestos de trabajo
Trabajando con el circuito de carga y arranque del automóvil deberemos:
Ser prudente al trabajar con la batería:
- Al transportarla
- Con los componentes internos
- Con el hidrógeno que desprende
- Con su alta capacidad
Ser prudente al trabajar con el alternador, dinamo y motor de arranque:
- Efectuar el desmontaje con el motor térmico parado
- Ser precavidos con el uso de máquinas y herramientas
- Utilizar correctamente la llave de contacto
- Ser prudentes en los trabajos de soldadura
Primeros auxilios
Ante un accidente actuar siguiendo los tres pasos PAS:
P: Proteger
A: Avisar
S: Socorrer al accidentado en caso de:
- Quemaduras
- Hemorragias
- Heridas
- Intoxicación
- Cuerpos extraños en los ojos
- Paro cardiaco y/o respiratorio

Evolución de la seguridad en el puesto de trabajo

La protección del trabajador inició sus primeros pasos con la Ley sobre Accidentes de Trabajo de 1900. Esta ley permitía asegurar al trabajador de forma voluntaria.

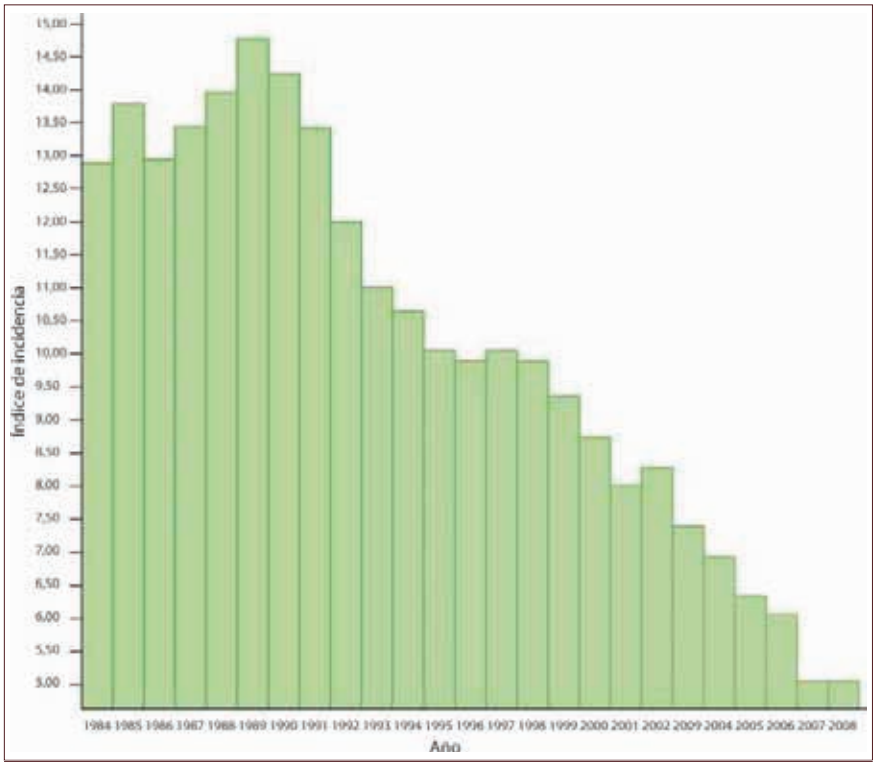
A esta ley han seguido otras:

- En 1932, se obligó a asegurar al trabajador en el sector marítimo, industrial y agrario.
- En 1942, se consideró la silicosis como enfermedad profesional (EP). Esta enfermedad se origina por respirar pequeñas partículas de sílice, ya sea en minería, en la industria metalúrgica, trabajando con mármol o con vidrieras, etc.
- En 1963, se estableció la Ley de Bases de la Seguridad Social, con la incorporación de los riesgos profesionales a la acción protectora de la Seguridad Social, diferenciando claramente la protección de la contingencia profesional común.
- En 1995, se definió la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.



14.32. Serie de los índices de incidencia de los accidentes de trabajo con baja en jornada de trabajo.

La Figura 14.32 nos muestra el índice de incidencia de los accidentes de trabajo con baja laboral desde el año 1984 hasta 2008 según el *Anuario de estadísticas laborales* del Ministerio de Trabajo e Inmigración (MTIN).



14.33. Serie de los índices de incidencia de los accidentes de trabajo mortales en jornada de trabajo.

En la Figura 14.33 está representado el índice de incidencia desde 1984 hasta 2008 de los accidentes de trabajo que han ocasionado la muerte del trabajador.

Si analizamos las gráficas anteriores, podemos pensar que la ley de 1995 está siendo un éxito, ya que, si bien en los primeros años de su implantación no se obtuvieron resultados óptimos, cabe pensar que fue por la lenta implantación de la misma. No obstante, a partir de 1997 en el caso de muerte del trabajador y a partir del año 2000 en el caso de bajas laborales no ha parado de disminuir el índice de accidentes año tras año.

Cabe destacar, además, que al descender de una manera importante los accidentes con muerte, se elevaron sensiblemente los accidentes que tienen como resultado una baja laboral. Esta podría ser la explicación por la que los accidentes con resultado de baja empezaron a disminuir a partir del año 2000, tres años más tarde de lo que lo hicieron los accidentes con resultado de muerte del trabajador.

Apéndice: Relación de figuras

1 >> Electricidad básica I

1.1. Estructura del átomo.
1.2. Distribución de los electrones por capas.
1.3. Tabla periódica de los elementos.
1.4. Hilo de cobre con cargas eléctricas en los extremos.
1.5. Desplazamiento de los electrones hacia la carga positiva exterior.
1.6. Aplicaciones de los materiales conductores, semiconductores y aislantes.
1.7. Alicates de engatillar.
1.8. Cortamos el cable.
1.9. Colocamos el cable en los alicates de engatillar.
1.10. Tiramos para quitar.
1.11. Circuito eléctrico con componentes reales.
1.12. Circuito eléctrico con símbolos.
1.13. Circuito eléctrico elemental.
1.14. Sentido de los electrones y de la intensidad en un circuito eléctrico.
1.15. Ley de Ohm.
1.16. Circuito con una pila de 12 V y una resistencia de 4 Ω.
1.17. La masa: el chasis como conductor de retorno a la batería.
1.18. Distintas maneras de representar la masa.
1.19. Circuito eléctrico elemental.
1.20. Circuito eléctrico elemental. Nomenclatura básica.
1.21.a. Partes de un condensador.
1.21.b. Símbolo de un condensador.
1.22. Símbolo de una resistencia fija.
1.23. Código de colores de una resistencia.
1.24. Resistencia.
1.25. Potenciómetro y reóstato. Esquema eléctrico.
1.26. Potenciómetro y reóstato. Símbolo eléctrico.
1.27.a. PTC. Símbolo eléctrico.
1.27.b. NTC. Símbolo eléctrico.
1.28. VDR. Símbolo eléctrico.
1.29. LDR. Símbolo eléctrico.
1.30. Esquema eléctrico utilizado por la marca SEAT.

2 >> Electricidad básica II

2.1. Conjunto de tres resistencias en serie.
2.2. Conjunto de tres resistencias en paralelo.
2.3. Resistencia equivalente de un conjunto de resistencias en serie.
2.4. Resistencia equivalente de un conjunto de resistencias en paralelo.
2.5. Resistencia equivalente de dos resistencias en paralelo.
2.6. Resistencia equivalente a dos resistencias en serie.
2.7. Resistencia equivalente a dos resistencias en paralelo.
2.8. Resistencia equivalente de tres resistencias en paralelo.
2.9. Resistencia equivalente de tres resistencias en paralelo. Fórmula simplificada.
2.10. Circuito mixto de resistencias en serie y en paralelo.
2.11.a. Bombillas conexionadas en serie.
2.11.b. Bombillas conexionadas en paralelo.
2.12. Circuito con dos resistencias en serie.
2.13. Circuito con dos resistencias en paralelo.
2.14. Efectos de la caída de tensión.
2.15. Resolución de un circuito con dos resistencias en serie.
2.16. Resolución de un circuito con tres resistencias en serie.
2.17. Resolución de un circuito con dos resistencias en paralelo.
2.18. Resolución de un circuito con 3 resistencias en paralelo.
2.19. Simulador eléctrico. Mandos y controles.
2.20. Posición de voltímetro en corriente continua.
2.21. Posición de los conectores de las puntas de prueba para la posición de voltímetro.
2.22. Posición de amperímetro en corriente continua.
2.23. Posición de los conectores de las puntas de prueba para la posición de amperímetro.
2.24. Posición de ohmímetro.
2.25. Posición de los conectores de las puntas de prueba para la posición de ohmímetro.
2.26. Símbolo de sonido.
2.27. Dos resistencias en serie. a. Esquema eléctrico. b. Simulador.
2.28.a. Medición de la tensión V_1.
2.28.b. Medición de la tensión V_2.
2.29. Medición de la intensidad.
2.30. Medición de la resistencia equivalente.
2.31. Dos resistencias en paralelo. a. Esquema eléctrico. b. Simulador.
2.32.a. Medición de la intensidad I_1.
2.32.b. Medición de la intensidad I_2.
2.33. Medición de la intensidad que sale de la fuente de alimentación I.
2.34.a. Circuito mixto. Esquema eléctrico.
2.34.b. Circuito mixto. Entrenador.
2.35.a. Medición de la intensidad I_1.
2.35.b. Medición de la intensidad I_3.
2.36. Intensidad que sale de la fuente de alimentación I.
2.37. Medición del voltaje de las resistencias de 100 Ω.
2.38. Medición del voltaje de las resistencias de 220 Ω.
2.39. Medición del voltaje de las resistencias de 470 Ω.
2.40. Medición de la resistencia equivalente de la rama superior.
2.41. Medición de la resistencia equivalente de la rama inferior.
2.42. Medición de la resistencia equivalente total del circuito.

3 >> Magnetismo

3.1. Polos magnéticos.
3.2.a. Imán suspendido por un hilo.
3.2.b. Polos magnéticos terrestres.
3.3. Atracción entre polos distintos.
3.4. Líneas de fuerza del campo magnético.
3.5. Sentido de las líneas de fuerza de un campo magnético.
3.6. Material ferromagnético.
3.7. Material paramagnético.
3.8. Material diamagnético.
3.9. Las líneas de fuerza se desvían a través del clip.
3.10. Variación de la brújula en función del paso de corriente a través del circuito. a. Circuito cerrado. b. Circuito abierto.
3.11. Campo magnético creado al circular intensidad por un hilo conductor.
3.12. Representación del campo magnético en un hilo conductor.
3.13. Sentido de las líneas de fuerza del campo magnético generado en un hilo conductor por el paso de una intensidad. a. Cómo conoceremos el sentido. b. Representación gráfica.
3.14. Espira.
3.15. Campo magnético generado en la espira.
3.16. Campo magnético generado en la espira al cambiar el sentido de la intensidad que la recorre.
3.17.a. Cara de la espira por donde salen los dedos de la mano derecha.
3.17.b. Cara de la espira por donde entran los dedos de la mano derecha.
3.18. Polos magnéticos creados en una espira.
3.19. Polos magnéticos creados en un solenoide.
3.20. Campo magnético generado en un solenoide.
3.21. Campo magnético creado en un electroimán.
3.22. Bobina.
3.23. Relé electromagnético.
3.24. Componentes de un relé electromagnético.
3.25. Electroimanes.
3.26. Electroimanes.
3.27. Circuito de alumbrado de carretera.

4 >> Generación de electricidad

4.1. Hilo conductor que, en su desplazamiento, corta líneas de fuerza del campo magnético.
4.2. Hilo conductor que, en su desplazamiento, no corta líneas de fuerza del campo magnético.
4.3. Interpretación de los dedos.
4.4. Regla de la mano derecha.
4.5. Hilo conductor desplazándose de abajo a arriba por el interior del campo magnético.
4.6. Regla de la mano derecha aplicada a un conductor.
4.7. Representación en tres y en dos dimensiones de un hilo conductor.
4.8. Representación en dos dimensiones del sentido de la intensidad a través de un hilo conductor.
4.9. Campo magnético, conductor, movimiento y sentido de la intensidad generada.
4.10. Representación de una espira cuadrada en tres dimensiones.
4.11. Espira dividida por un eje imaginario.
4.12. Representación de una espira en dos dimensiones.
4.13. Representación esquemática de una espira en dos dimensiones.
4.14. Representación de una espira en el interior de un campo magnético.
4.15. Representación de una espira que está girando en el interior de un campo magnético.
4.16. Intensidad generada al girar la espira en el interior del campo magnético.
4.17. Espira girando en sentido contrario de las agujas del reloj por el interior de un campo magnético.
4.18. Regla de la mano derecha aplicada a una espira.
4.19. Representación de la f.e.m. generada por una espira al dar una vuelta en el interior de un campo magnético.
4.20. Dirección y sentido de la velocidad de la espira a los 0°.
4.21. Dirección y sentido de la velocidad de la espira a los 45°.
4.22. Dirección y sentido de la velocidad de la espira a los 90°.
4.23. Dirección y sentido de la velocidad de la espira a los 135°.
4.24. Dirección y sentido de la velocidad de la espira a los 180°.
4.25. Dirección y sentido de la velocidad de la espira a los 225°.
4.26. Dirección y sentido de la velocidad de la espira a los 270°.
4.27. Dirección y sentido de la velocidad de la espira a los 315°.
4.28. Dirección y sentido de la velocidad de la espira a los 360°.
4.29. Representación de la f.e.m. generada por una espira al dar varias vueltas en el interior de un campo magnético.
4.30. Representación de la frecuencia y la amplitud de la corriente alterna.
4.31. Bobina con el imán en el exterior.
4.32. Imán entrando en la bobina.
4.33. Bobina con el imán en su interior.
4.34. Bobina con el imán saliendo.

4.35. Campo magnético creado en la bobina al entrar el imán.
4.36. Campo magnético creado en la bobina al salir el imán.
4.37. Interruptor abierto.
4.38. Cerramos el interruptor.
4.39. Cerramos el Interruptor.
4.40. Interruptor cerrado.
4.41. Abrimos el interruptor.
4.42. Corrientes de Foucault.
4.43. Núcleo de hierro.
4.44. Símbolo del captador de impulsos inductivo.
4.45. Generador de impulsos inductivo colocado frente a los dientes de una rueda dentada.
4.46. Generador de impulsos inductivo que detecta el paso de un perno.
4.47. Partes de un generador de impulsos inductivo y su funcionamiento.
4.48. Variación de las líneas de fuerza en el sensor de impulsos inductivos.
4.49. f.e.m. generada en el sensor de impulsos inductivos situado delante de un perno.
4.50. f.e.m. generada en el sensor de impulsos inductivos situado delante de una rueda dentada.
4.51. Dinamo.
4.52. Alternador.
4.53. Símbolo eléctrico de la dinamo.
4.54. Símbolo eléctrico del alternador con regulador incorporado.
4.55. Símbolo del transformador.
4.56. Esquema eléctrico de un transformador.
4.57. Tensión de entrada y de salida de un transformador.
4.58. Conductor en movimiento en el interior de un campo magnético.
4.59. Espira girando en un campo magnético.
4.60. f.e.m. generada.
4.61. Circuito de encendido tradicional.

5 >> Introducción a la electrónica

5.1. Representación del átomo de silicio.
5.2. Red cristalina del silicio.
5.3. Átomo que ha quedado cargado positivamente al perder un electrón.
5.4. En la arena del mar hay silicio.
Tabla 5.1. Elementos cercanos al silicio en la tabla periódica.
5.5. Semiconductor tipo n.
5.6. Semiconductor tipo n con un electrón que ha abandonado su átomo.
5.7. Semiconductor tipo p.
5.8. Semiconductor tipo p con un electrón que ocupa su hueco.
5.9. Semiconductor tipo p con un electrón que viene a ocupar su hueco.
5.10. Unión p-n.
5.11. Difusión.
5.12. Barrera de potencial.
5.13. Símbolo de un diodo.
5.14. Forma real de un diodo.
5.15. Esquema eléctrico con lámpara y diodo polarizado directamente.
5.16. Circuito con lámpara y diodo polarizado directamente.
5.17. Desplazamiento de electrones de la barrera de potencial.
5.18. Esquema eléctrico con lámpara y diodo polarizado inversamente.
5.19. Circuito con lámpara y diodo polarizado inversamente.
5.20. Unión p-n polarizada inversamente.
5.21. Diodo polarizado directamente.
5.22. Diodo polarizado inversamente.
5.23. Símbolo del diodo zener.
5.24. Diodo zener en fase de bloqueo.
5.25. Diodo zener en fase de conducción.
5.26. Semáforo constituido por leds.
5.27. Símbolo del diodo led.
5.28.a. Partes de un transistor pnp.
5.28.b. Partes de un transistor npn.
5.29.a. Símbolo de un transistor pnp.
5.29.b. Símbolo de un transistor npn.
5.30.a. Colector, base y emisor (pnp).
5.30.b. Colector, base y emisor (npn).
5.31.a. Estado de conducción (pnp).
5.31.b. Estado de conducción (npn).
5.32.a. Relé electromagnético.
5.32.b. Transistor.
5.33. Par Darlington.
5.34. Recorrido de las intensidades en un par Darlington.
5.35. Tensiones aplicadas al transistor npn.
5.36. Composición de un tiristor.
5.37. Símbolo de un tiristor.
5.38. Efecto Hall.
5.39.a. Posición de la pantalla que permite el paso del campo magnético.
5.39.b. Posición de la pantalla que no permite el paso del campo magnético.
5.40. Generador de impulsos Hall.
5.41. Símbolo del generador de impulsos Hall en los circuitos eléctricos.
5.42. Pinza amperimétrica abrazando a un conductor.
5.43. Diodo.
5.44. Diodo zener.
5.45. Led.
5.46. Transistor npn.

6 >> El motor de arranque

6.1. Motor térmico de una avioneta.
6.2. Motor de arranque por contactor y horquilla.
6.3. Partes que componen un motor de arranque.
6.4. Motor de arranque en posición de reposo.
6.5. Motor de arranque en posición de funcionamiento.
6.6. Contactor.
6.7. Posición del contactor en reposo.
6.8. Posición de funcionamiento.
6.9. Conjunto piñón.
6.10. Transmisión del giro entre el piñón del motor de arranque y la corona del volante de inercia del motor térmico.
6.11. Posición de los rodillos en la parte estrecha de la rampa.
6.12. Posición de los rodillos en la parte ancha de la rampa.
6.13. Conjunto piñón y horquilla.
6.14. Campo magnético fijo y campo magnético creado en la espira. El N está sobre la espira y el S debajo de la espira.
6.15. Sin intensidad en la espira, desaparece su campo magnético.
6.16. Campo magnético creado en la espira roja.
6.17. Campo magnético creado en la espira azul.
6.18. Motor eléctrico con tres espiras.
6.19. Bobinas inducidas. Esquema eléctrico.
6.20. Bobinas inducidas tal y como aparecen en el motor eléctrico.
6.21. Esquema eléctrico de las bobinas inductoras.
6.22.a. Bobinas inductoras, núcleo de hierro o masa polar y carcasa donde van sujetos los elementos anteriores.
6.22.b. Conjunto de inductoras y masas polares montadas en el interior de la carcasa.
6.23. Esquema eléctrico de delgas y escobillas.
6.24.a. Colector de un motor eléctrico.
6.24.b. Escobillas de un motor eléctrico.
6.25. Tren de engranajes epicicloidales.
6.26.a. Conjunto corona.
6.26.b. Eje portasatélites y satélites.
6.27. Motor de arranque con reductora.
6.28. Comparativa, en cuanto a tamaño, entre un motor de arranque por horquilla y uno por inercia.
6.29. Partes del motor de arranque por inercia.
6.30. Comprobamos el solenoide de retención.

7 >> Comprobaciones del motor de arranque

7.1. Motor de arranque sujetado en el tornillo de banco.
7.2. Quitamos la abrazadera.
7.3. Aflojamos el tornillo y levantamos el muelle.
7.4. Desconectamos el terminal de las inductoras.
7.5. Retiramos los espárragos del contactor.
7.6. Retiramos el contactor.
7.7. Retiramos los espárragos del motor eléctrico.
7.8. Retiramos el pasador del bulón.
7.9. Sacamos la tapa del lado del colector.
7.10. Sacamos la carcasa.
7.11. Sacamos el conjunto inducido.
7.12. Despiece del motor de arranque.
7.13.a. Motor de arranque sin tapa de accionamiento.
7.13.b. Tapa del lado de accionamiento.
7.14. Tapa portaescobillas.
7.15. Posición de continuidad.
7.16. Conectores de las puntas de prueba.
7.17. Comprobación del aislamiento a masa de la escobilla positiva.
7.18. Comprobación de continuidad a masa de la escobilla negativa.
7.19. Comprobación del aislamiento a masa de las bobinas inductoras.
7.20. Comprobación de la continuidad y resistencia de las bobinas inductoras.
7.21. Desplazamiento del piñón sobre el eje del inducido.
7.22. Giro libre del piñón en un sentido pero no en el contrario.
7.23. Eje estriado del inducido.
7.24. Comprobación de la excentricidad del colector.
7.25. Torneado del colector.
7.26. Comprobación del aislamiento a masa de las bobinas inducidas.
7.27. Comprobación de la continuidad en las bobinas inducidas.
7.28. Prueba de cortocircuito.
7.29.a. Unimos la tapa de accionamiento con el motor eléctrico.
7.29.b. Soporte de goma.
7.30. Fijamos el bulón con el pasador. con el motor eléctrico.
7.31. Unimos el contactor
7.32. Conectamos el terminal de las inductoras al contactor.
7.33. Escobillas positiva y negativa.
7.34. Situamos la escobilla positiva en su alojamiento y la conectamos.
7.35. Colocamos la abrazadera.
7.36. Banco de pruebas CV9LS-1.
7.37.a. Diente de un engranaje.
7.37.b. Sujeción mediante disco.
7.38. Conexionado del motor de arranque sobre el banco eléctrico.
7.39. Curvas características del motor de arranque.
7.40. Comprobación del voltaje de la batería.
7.41. Comprobación de la masa en la batería y el motor de arranque.
7.42. Verificación de la tensión en el contactor (50) y (30).
7.43. Tensión entre los terminales de la batería.
7.44. Tensión entre los bornes de la batería.
7.45. Caída de tensión entre los bornes del bombín de encendido.
7.46. Mantenimiento del vehículo.
7.48. Desmontaje del seguro del desplazamiento del conjunto piñón.
7.49. Cerramos el seguro interior.
7.50. Desplazamos el collarín.

8 >> La dinamo

8.1. Elementos básicos para crear electricidad.
8.2. Dinamo.
8.3. Ventilador de dinamo.
8.4. Esquema eléctrico de las bobinas inductoras.
8.5. Bobinas inductoras, expansiones polares y carcasa donde van situadas.
8.6. Bobinas inducidas. Esquema eléctrico.
8.7. Bobinas inducidas tal y como son en la dinamo.
8.8. Núcleo ferromagnético de las bobinas inducidas.
8.9. Esquema eléctrico de delgas y escobillas.
8.10. Colector y escobillas de una dinamo.
8.11. Carcasa.
8.12. Tapa del lado de accionamiento.
8.13. Tapa portaescobillas.
8.14. Dinamo sujetada en el tornillo de banco.
8.15. Desmontamos los espárragos.
8.16. Desmontamos el terminal positivo.
8.17. Portaescobillas positivo y negativo.
8.18. Aflojamos el tornillo y levantamos el muelle.
8.19. Aflojamos el tornillo de fijación al eje.
8.20. Retiramos la tapa del lado de accionamiento.
8.21. Retiramos el conjunto inducido.
8.22. Desmontaje de las masas polares de la carcasa.
8.23. Desmontaje del borne positivo.
8.24. Conjunto inductor.
8.25. Despiece de una dinamo.
8.26.a. Introducimos las bobinas inductoras.
8.26.b. Sujetamos las bobinas inductoras.
8.27. Introducimos los espárragos de sujeción de la dinamo.
8.28. Situamos la escobilla positiva en su alojamiento y la conectamos.
8.29. Colocamos la chaveta, el ventilador y la polea.
8.30. Transmisión del giro hasta la dinamo.
8.31. f.e.m. generada en una espira.
8.32. Espira girando en el interior de un campo magnético. Posición inicial.
8.33. Espira girando en el interior de un campo magnético. A los 180°.
8.34. f.e.m. a la salida por las escobillas.
8.35. Dos espiras girando en el interior de un campo magnético.
8.36. f.e.m. a la salida por las escobillas.
8.37. Tres espiras girando en el interior de un campo magnético.
8.38. f.e.m. a la salida por las escobillas.
8.39. f.e.m. de una dinamo a la salida por las escobillas.
8.40. Dinamo girando en vacío.
8.41. Dinamo girando conectada a un circuito exterior.
8.42. Dinamo.
8.43. Motor eléctrico.
8.44. Regulador de 3 elementos.
8.45. Bobinas inducidas, inductoras y giro.
8.46. Cálculo de la intensidad en un circuito con una resistencia y en el mismo circuito después de añadir otra resistencia.
8.47. Regulador de dinamo.
8.48. Regulador de tres elementos.
8.49. Dinamo con la correa desconectada.
8.50. Comprobación de la dinamo sobre el vehículo.
8.51. Polímetro en posición de amperímetro en corriente continua.
8.52. Conectores en la posición de amperímetro.
8.53. Comprobación de la presión de los muelles de las escobillas.
8.54. Polímetro en posición de voltímetro en corriente continua.
8.55. Conectores en posición de voltímetro en corriente continua.
8.56. Puntas de prueba negativa y positiva.
8.57. Dinamo colocada sobre el banco de pruebas CV9LS-1.
8.58. Conexiones entre la dinamo y el banco eléctrico.
8.59. Conexiones entre la dinamo, el regulador y el banco eléctrico.
8.60. Fonendoscopio.
8.61. Tensión de la correa.
8.62. Tornillo de regulación de la tensión de la correa.

9 >> El alternador y su regulador

9.1. Alternador.
9.2. Elementos básicos para crear electricidad.
9.3. Transmisión del giro desde el motor térmico hasta el alternador.
9.4. Esquema eléctrico de las bobinas inductoras.
9.5. Fuerza centrífuga que aparece en las bobinas inductoras al girar.
9.6. Anillos conectados a los extremos de las bobinas inductoras.
9.7. Masas polares.
9.8. Bobinas inductoras y masas polares.
9.9. Conjunto de las bobinas inductoras BOSCH.
9.10. Ventilador independiente al conjunto inductor.
9.11. Alternador con ventilador exterior.
9.12. Conjunto inductor FEMSA.
9.13. Forma de la bobina inducida.
9.14. Distribución de las tres bobinas.
9.15. Conexión en estrella.
9.16. Conexión en triángulo.
9.17. Bobinas inducidas de alternadores trifásicos con conexiones exteriores.
9.18. Un único conductor.
9.19. Dos conductores.
9.20. Bobinas inducidas de los alternadores.
9.21. Tapa lado de accionamiento.
9.22. Tapa lado de los anillos.
9.23. Tapa con la placa de diodos y el grupo regulador con el portaescobillas.
9.24. Tapa con placa de diodos interior.
9.25. Escobillas.
9.26. Bobinas inducidas y bobinas inductoras.
9.27. f.e.m. generada en una espira de una bobina inducida.
9.28. f.e.m. generada en cada fase.
9.29. Conexión en estrella.
9.30. Conexión en triángulo.
9.31. Circuito rectificador con un diodo.
9.32. Circuito rectificador con un diodo en cada fase.
9.33. Puente rectificador hexadiodo.
9.34. Tres diodos en la tapa posterior del alternador conectados a masa.
9.35. Tres diodos en la placa de diodos salida del positivo del alternador.
9.36. Placa de diodos con nueve diodos.
9.37. Esquema eléctrico de un puente rectificador nanodiodo.
9.38. Diodos utilizados en alternadores de fabricación reciente.
9.39. Vista exterior de los diodos.
9.40. Bobinas inducidas, inductoras y giro.
9.41. Regulador electromagnético.
9.42. Regulador transistorizado. Esquema eléctrico.
9.43. Regulador transistorizado. Componentes electrónicos.
9.44. Regulación de la tensión de disparo del diodo zener.
9.45. Regulador electrónico integrado.
9.46. Refrigeración por aletas del regulador electrónico integrado.
9.47. Circuito de preexcitación.
9.48. Circuito de autoexcitación.
9.49. Circuito de carga.

10 >> Pruebas y comprobaciones del alternador

10.1. Quitamos la protección de plástico del lado del colector.
10.2. Desenroscamos las tuercas del terminal positivo del alternador.
10.3. Vista del conjunto regulador y los terminales de las inducidas.
10.4. Desmontamos el grupo regulador.
10.5. Detalle de los anillos de las inductoras.
10.6. Desmontaje del puente de diodos.
10.7. Terminales de las bobinas inducidas.
10.8. Desmontaje de la tapa del lado del colector.
10.9. Quitamos la tapa del lado del colector.
10.10.a. Detalle del capuchón en el colector.
10.10.b. El colector una vez retirado el capuchón.
10.11. Retiramos las bobinas inducidas.
10.12. Seleccionamos el acoplamiento.
10.13. Desmontaje de la tuerca del lado de accionamiento.
10.14. Desmontaje del conjunto inductor.
10.15. Despiece del alternador.
10.16. Regulación del desplazamiento axial.
10.17. Tapa del lado del colector.
10.18.a. Cara exterior del puente de diodos del alternador Bosch.
10.18.b. Cara interior del puente de diodos del alternador Bosch.
10.19. Posición de comprobación de diodos.
10.20. Comprobación de los diodos en condición de bloqueo.
10.21. Comprobación de los diodos en condición de activación.
10.22.a. Cara exterior del puente de diodos tradicional.
10.22.b. Cara interior del puente de diodos tradicional.
10.23. Esquema eléctrico del puente de diodos.
10.24. Comprobación de los diodos superiores. Conexión de bloqueo.
10.25. Comprobación de los diodos superiores. Conexión activado.
10.26. Comprobación de los diodos inferiores. Conexión de bloqueo.
10.27. Comprobación de los diodos inferiores. Conexión activado.
10.28. Comprobación de los diodos de la corriente de excitación. Conexión de bloqueo.
10.29. Comprobación de los diodos de la corriente de excitación. Conexión activado.
10.30. Comprobación del aislamiento a masa de las bobinas inductoras.
10.31. Comprobación de la continuidad y resistencia de las bobinas inductoras.
10.32. Bobinas inducidas. Alternador Bosch.
10.33. Bobinas inducidas. Alternador tradicional.
10.34. Comprobación del aislamiento a masa de las bobinas inducidas.
10.35. Comprobación de la continuidad y valor de la resistencia de las bobinas inducidas.
10.36. Comprobación del aislamiento a masa de las bobinas inducidas.
10.37. Comprobación de la continuidad de las bobinas inducidas.
10.38. Introducimos la tapa del lado de accionamiento.
10.39. Introducimos la arandela y la polea.
10.40. Introducimos la arandela y la tuerca.
10.41. Introducimos el capuchón del colector.
10.42.a. Introducimos el inducido en la tapa del lado de accionamiento.
10.42.b. Colocamos la tapa del lado de los anillos.
10.43. Apretamos los tornillos.
10.44. Colocamos el puente de diodos.
10.45. Fijamos los diodos sobre el puente.
10.46. Sujetamos con tornillos el puente de diodos.
10.47. Colocamos el grupo regulador con las escobillas.
10.48. Fijamos el grupo regulador.
10.49. Colocamos la tapa de plástico exterior.
10.50. Fijamos la tapa.
10.51. Colocamos las tuercas en los terminales de salida.

10.52. Alternador situado en el banco de pruebas CV9LS-1.
10.53. Alternador conectado al banco de pruebas.
10.54. Alternador situado en el banco de pruebas eléctrico.
10.55. Axone.
10.56. Verificación del alternador y del regulador de tensión por medio del V.A.G. 1715.
10.57. Transmisión del giro desde el motor térmico hasta el alternador.
10.58. Partes de que consta la polea de transmisión.
10.59. Circuito de preexcitación del alternador.
10.60. Maquina de autodiagnóstico.

11 >> La batería

11.1. Batería.
11.2. El alternador está suministrando electricidad a los distintos consumos y carga la batería.
11.3. La batería está suministrando electricidad a los distintos consumos y al conjunto inductor del alternador.
11.4. La batería está suministrando electricidad al motor de arranque.
11.5. Vasos de una batería.
11.6. Conjunto de placas positivas, separadores y placas negativas.
11.7.a. Composición de la placa positiva.
11.7.b. Composición de la placa negativa.
11.8. Unión entre placas positivas y placas negativas dentro de un vaso.
11.9. Unión entre los distintos vasos.
11.10.a. Bornes de la batería. Vista interna.
11.10.b. Bornes de la batería. Vista externa.
11.11. Orificios de llenado con tapón.
11.12. Nivel del electrolito.
11.13. Vaso con electrolito, una placa positiva y una placa negativa.
11.14. Vaso con electrolito, una placa positiva y una placa negativa.
11.15. Componentes de la batería cuando está parcial o totalmente descargada.
11.16. Elementos necesarios para efectuar la electrólisis del agua.
11.17. Composición química de la batería cuando está total o parcialmente descargada.
11.18. Componentes de la batería cuando está cargada.
11.19. Dilatación de la rejilla y pérdida de la materia activa.
11.20. Relación entre g/cm^3, ^{0}Bé y cantidad de carga de la batería.
11.21. Tensión en vacío.
11.22. Tensión eficaz.
11.23. Tensión nominal.
11.24. Batería en cortocircuito.
11.25.
11.26.

12 >> La batería. Manipulación y carga

12.1. Acoplamiento en serie de baterías.
12.2. Acoplamiento en paralelo de baterías.
12.3. Acoplamiento mixto de baterías.
12.4. Acoplamiento de características 24 V y 100 Ah.
12.5. Abrimos el conector.
12.6. Desconexión de los bornes con extractor.
12.7.a. Limpieza de conectores.
12.7.b. Limpieza de la unión a masa.
12.8. Sistema de fijación de la batería a la carrocería.
12.9. Forma y tamaño de los bornes de una batería.
12.10. Lectura de la tensión de la batería.
12.11. Densímetro.
12.12. Medición de la densidad.
12.13. Colocamos en el refractómetro 2 ó 3 gotas de agua destilada.
12.14. Calibramos el refractómetro.
12.15. Calibramos ajustando el área inferior blanca hasta la raya horizontal.
12.16. Lectura de la densidad del electrolito.
12.17. Llenado de la batería con agua destilada.
12.18. Comprobador de baterías mediante descarga rápida.
12.19.a. Cargador lento de baterías.
12.19.b. Cargador rápido de baterías.
12.20. Esquema eléctrico de un cargador de baterías.
12.21. Conectamos la pinza roja al borne positivo de la batería.
12.22. Conectamos la pinza negra del cargador al borne negativo de la batería.
12.23. Colocamos el cargador a 12 V y 3,75 A.
12.24. Enchufamos el cargador a la corriente.
12.25. Conectamos el cargador.
12.26. Conectamos baterías en serie al cargador.
12.27. Conectamos baterías en paralelo al cargador.
12.28. Descarga de la batería por inactividad.
12.29. Lectura de la tensión de la batería.

13 >> Comunicación entre los componentes eléctricos y electrónicos del vehículo

13.1. Mazo de cables situado en la puerta del vehículo.
13.2. Conectores de unión de mazos antes de efectuar la unión.
13.3. Conector de unión de mazos una vez efectuada la unión.
13.4. Conector de unión de los conductores con el motor del elevalunas eléctrico antes de efectuar la unión.
13.5. Conector de unión de los conductores con el motor del elevalunas eléctrico una vez efectuada la unión.
13.6. Conector de unión de los conductores con la caja de relés/fusibles antes de efectuar la unión.
13.7. Conector de unión de los conductores con la caja de relés/fusibles una vez efectuada la unión.
13.8. Pestañas del conector.
13.9. Caja de relés/fusibles con la regleta desplazada para permitir la conexión y desconexión.
13.10. Caja de relés/fusibles con la regleta en la posición que permite la conexión.
13.11. Conectores de los bornes de la batería.
13.12. Conector tipo faston.
13.13. Conexión mediante regletas.
13.14. Alicates de engatillar.
13.15. Colocación de los capuchones aislantes.
13.16. Colocación del faston en el cable antes de presionar.
13.17. Colocación de un faston cuando estamos presionando.
13.18. Faston hembra.
13.19. Faston macho.
13.20.a. Unión terminada sin aislante.
13.20.b. Unión terminada con aislante.
13.21. Faston para unión atornillada.
13.22. Dos modelos distintos de herramienta para separar el cable del conector.
13.23. Separación del cable y el conector.
13.24. Unión de cable y conector.
13.25. Unión entre el conector de la batería y el conductor.
13.26. Unión mediante regletas.
13.27. Cortamos la cinta retráctil.
13.28. Aplicamos calor a la unión.
13.29. Automóvil con una UCE.
13.30. Automóvil con tres UCE.
13.31. Hilos conductores entrelazados.
13.32. Conexión CAN-Bus.
13.33. Valores de tensión correspondientes al valor 01111101000.
13.34. Valores de tensión en los dos conductores del CAN-Bus.
13.35. Resistencias en los extremos del CAN-Bus.
13.36. Símbolo de la puerta lógica OR.
13.37. Tabla de la verdad para una puerta lógica OR de dos entradas.
13.38. Valores de tensión de la puerta lógica OR de dos entradas.
13.39. Símbolo de la puerta lógica AND.
13.40. Tabla de la verdad para una puerta lógica AND de dos entradas.
13.41. Valores de tensión de la puerta lógica AND de dos entradas.
13.42. Símbolo de la puerta lógica OR EXCLUSIVA.
13.43. Tabla de la verdad para una puerta lógica OR EXCLUSIVO de dos entradas.
13.44. Valores de tensión de la puerta lógica OR EXCLUSIVO de dos entradas.
13.45. Símbolo de la puerta lógica NOT.
13.46. Tabla de la verdad para una puerta lógica NOT.
13.47. Valores de tensión de la puerta lógica NOT.
13.48. Símbolo de la puerta lógica NOR.
13.49. Tabla de la verdad de la puerta lógica NOR.
13.50. Símbolo de la puerta lógica NAND.
13.51. Tabla de la verdad de la puerta lógica NAND.
13.52. Negación en una entrada de una puerta lógica.
13.53. Circuito con tres puertas lógicas.
13.54. Diagramas de bloques.

14 >> Riesgo, prevención, protección y primeros auxilios

14.1. Posición concreta para las herramientas.
14.2. Caja porta-herramientas.
14.3. Señalización de las zonas de paso.
14.4. Tabla de valores de referencia de ventilación de los talleres.
14.5. Al levantar una carga.
14.6. Forma correcta de desconectar un componente eléctrico.
14.7. Forma incorrecta de desconectar un componente eléctrico.
14.8. Base múltiple con alargador.
14.9. Instalación de aire comprimido en un taller.
14.10. Destornillador usado indebidamente.
14.11. Aumento del par.
14.12. Desplazamiento seguro de una herramienta.
14.13. Aberturas de ventilación.
14.14. Tubo flexible de una instalación de aire comprimido doblado.
14.15. Pictogramas.
14.16. Pictogramas.
14.17. Transporte de la batería.
14.18. Bornes de plomo de la batería.
14.19. Máquina lavaojos.
14.20. Lavar la zona quemada.
14.21. Limpiar la herida con agua y jabón.
14.22. Brazos estirados sobre el esternón.
14.23. Presionamos con las manos sobre el esternón.
14.24. Vías respiratorias abiertas.
14.25. Insuflamos aire en los pulmones observando el desplazamiento del pecho.
14.26. Hemorragia de nariz.
14.27. Hemorragia en los oídos.
14.28. Presionaremos sobre el punto en el que se ha producido la hemorragia.
14.29. Presionaremos sobre la arteria.
14.30. Aplicación de un torniquete.
14.31. Pictogramas.
14.32. Serie de los índices de incidencia de los accidentes de trabajo con baja en jornada de trabajo.
14.33. Serie de los índices de incidencia de los accidentes de trabajo mortales en jornada de trabajo.